

Estudo de sistemas de medição dos consumos parciais em edifícios: *Submetering fine-tuning*

Sandra Cristina Fardilha Reis

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Armando Carlos Figueiredo Coelho de Oliveira

Orientador na empresa Edifícios Saudáveis - Consultores: Engº Filipe Rocha



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

julho de 2015

Aos meus pais
Aos meus irmãos

Resumo

Os grandes edifícios de serviços têm, tipicamente, contadores destinados a medir os seus consumos parciais - *submetering*. Estes podem permitir uma identificação dos consumos atípicos e localizar onde é necessário aplicar medidas para aumentar a eficiência energética dos edifícios. Após serem aplicadas, o *submetering* poderá garantir uma manutenção das medidas de poupança efetuadas aos diferentes sistemas energéticos, detetando os incumprimentos pela variação de consumo medido. Apesar de ser uma importante ferramenta de gestão de consumos, é subutilizada. Esta dissertação tem como objetivo, definir uma estratégia para otimizar o *submetering* dos edifícios, o *submetering fine-tuning*, que permita o afinamento e melhoramento do mesmo, minimizando os custos inerentes à sua aplicação.

A estratégia definida divide o *submetering fine-tuning* em três fases. A primeira, *submetering concept*, consiste na definição dos sistemas consumidores de energia que deverão ser incluídos na estratégia. Finalizada esta fase, procede-se ao *submetering design*, onde são analisados os possíveis melhoramentos da qualidade da medição dos sistemas energéticos considerados no *concept*, tendo em conta os indicadores de qualidade e custo, nomeadamente, a representatividade, o ruído e o *rating*. Cada alternativa deverá ser apresentada ao gestor do edifício para que o mesmo aprove ou não a estratégia. Após aprovação, e na fase três, procede-se à instalação dos contadores e à verificação da conformidade dos mesmos. A estratégia definida foi aplicada a um caso prático que possibilitou verificar a eficácia da mesma.

Constatou-se que, a implementação do *submetering fine-tuning* em edifícios permite a melhoria do sistema de medição dos consumos parciais, oferecendo resultados para os consumos dos sistemas por ele abrangidos que traduzem, com algum rigor, os consumos efetivos dos mesmos. Alcança-se assim uma ferramenta para a medição dos consumos parciais do edifício, que possibilita a maior gestão do mesmo.

Palavras-chave: *Submetering*, consumo energético, gestão energética, eficiência energética

Abstract

Large service buildings typically have meters that are intended to measure their partial consumptions - submetering. These may allow an identification of the atypical consumptions and locate where it is necessary to implement measures to increase the energy efficiency of the buildings. After being applied, the submetering can may guarantee a maintenance of the saving measures executed in the different energy systems, detecting the defaults by variation of the measured consumption. Despite being an important consumption management tool, it is underused. This dissertation aims to define a strategy to optimize the submetering of the buildings, the submetering fine-tuning, that allows the thinning and improvement of the same, minimizing the inherent costs of its application.

The defined strategy divides the submetering fine-tuning process in three phases. The first, submetering concept, consists in the definition of the energy consuming systems which should be included in the strategy. Finalized this stage, we proceed to the submetering design, where the possible measuring quality improvements of the energy systems considered in the concept are analysed, taking into consideration the elaborated quality and costs indicators, namely, representativeness, noise and rating. Each alternative should be presented to the building manager so that he approves or not the strategy. After approval, and in phase three, we proceed to the installation of the meters and to the verification of their conformity. The defined strategy was applied to a case study which enabled the verification of its effectiveness.

It was confirmed that the implementation of the submetering fine-tuning in buildings allows the measurement of the partial consumptions system improvement, providing results to the consumptions of the systems covered by them, which translate with some accuracy its actual consumptions. One attains, thus, a tool for the measurement of the partial consumptions of the building, allowing a better management.

Keywords: Submetering, energy consumption, energy management, energy efficiency

Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à empresa Edifícios Saudáveis – Consultores por me ter recebido para a realização do estágio curricular e contribuído para a minha formação. Agradeço ao Engº Ricardo Sá e ao Engº Filipe Rocha, que como orientadores, sempre confiaram em mim e me auxiliaram. Agradeço também a todos os colaboradores da empresa por toda a disponibilidade demonstrada.

Gostaria de agradecer ao meu orientador da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Professor Armando Oliveira, pelo apoio e dedicação.

Aos meus colegas estagiários por todas as experiências e momentos que me ofereceram ao longo desta etapa na empresa.

Ao Diogo Barros, à Helena Inácio, à Liliana Relva, à Inês Louzada e à Ana Louzada um grande obrigado por todas as ajudas que me deram durante a realização da dissertação.

Por último um agradecimento à minha família, ao meu namorado e amigos, que sempre acreditaram em mim e estiveram presentes com uma palavra de apoio.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	A empresa	1
1.2	Enquadramento	1
1.3	Motivação	3
1.4	Objetivos	5
1.5	Estrutura da dissertação	5
2	Estado da arte	7
2.1	Contagens e legislação portuguesa	7
2.2	Sistema de medição dos consumos parciais em edifícios	11
2.2.1	Sistema de medição dos consumos parciais em edifícios: Definição	11
2.2.2	Importância do sistema de medição dos consumos parciais em edifícios	11
2.2.3	Principais vetores energéticos	12
2.2.4	Método	12
2.2.5	Comissionamento	14
2.3	Um exemplo de aplicação: Sistema de gestão da energia no edifício	14
3	Ajuste de sistemas de medição dos consumos parciais em edifícios	17
3.1	Definição dos objetivos da estratégia: <i>Submetering concept</i>	17
3.1.1	Critérios para definição dos indicadores de consumo da estratégia	18
3.1.2	Indicadores de consumo	18
3.1.3	Zonamento	21
3.2	Planeamento da estratégia: <i>Submetering design</i>	22
3.2.1	Mapa de disjuntores - Contextualização	22
3.2.2	Mapa de disjuntores	28
3.2.3	Indicadores de qualidade da estratégia	30
3.2.4	Análise económica	31
3.2.5	Estratégias para obtenção de consumos	32
3.2.6	Mapa de quadros	34
3.2.7	Tabelas de ruído	35
3.2.8	“Árvore” de contadores	35
3.2.9	Aplicação da estratégia	35
3.3	Implementação e comissionamento	36
3.3.1	Sistemas de medição de energia elétrica	36
3.3.2	Etiquetagem	41
3.3.3	Comissionamento	41
4	Caso de estudo	45
4.1	Caraterização do edifício: centro comercial	45
4.1.1	Centro comercial A	45
4.2	Definição dos objetivos da estratégia do edifício em estudo	47
4.3	Planeamento da estratégia para o caso de estudo	48
4.3.1	Iluminação de <i>mall</i>	48
4.3.2	Iluminação de parques cobertos	49
4.3.3	Ventilação de parques cobertos	49
4.3.4	Iluminação de parques descobertos	50

4.3.5	Transporte mecânico.....	50
4.3.6	Torres de arrefecimento e Bombas de condensação.....	51
4.3.7	<i>Chillers</i>	52
4.3.8	Bombas primárias e bombas secundárias	52
4.3.9	Unidade de tratamento e distribuição do ar	54
4.3.10	Bombagem (hidropressoras, furos, água das torres de arrefecimento, água de rega e sanitários).....	54
4.3.11	Iluminação exterior de cais.....	55
4.4	Análise comparativa.....	55
4.4.1	Representatividade e ruído	55
4.4.2	Análise económica.....	55
4.5	Equipamentos.....	58
5	Conclusões e perspectivas de trabalhos futuros	59
	Referências	61
	ANEXO A: Fichas da estratégia de metering sugerida pela CIBSE (Jones)	65
	ANEXO B: Diagrama da rede de quadros eléctricos do centro comercial do caso de estudo	69
	ANEXO C: Mapas de quadro e tabelas de ruído.....	71
	Anexo D: “Árvores” de Contadores	83
	Anexo E: Tarefas a executar para cada contador da estratégia	91

Siglas

AC: Corrente alternada

ADENE: Agência para a energia

AQS: Água quente sanitária

ASCII: *American Standard Code for Information Interchange*

AT: Alta tensão

AVAC: Aquecimento, ventilação e ar condicionado

BREEAM: *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*

BTE: Baixa tensão especial

BTN: Baixa tensão normal

CIBSE: *Chartered Institution of Building Services Engineers*

CO₂: Dióxido de carbono

EDP: Energia de Portugal

GTC: Sistema de gestão técnica centralizada

IM: Iluminação de *mall*

IPC: Iluminação de parques cobertos

IPD: Iluminação de parques descobertos

Iext: Iluminação exterior do cais

LCD: *Liquid crystal display*

MT: Média tensão

PTC: Posto de transformação de média tensão de serviço Público

PTD: Posto de transformação de média tensão de serviço Particular

QGBT: Quadro geral de baixa tensão

Repr. : Representatividade

RTU: *remote terminal unit*

TA: Torre de arrefecimento

TI: Transformador de intensidade

UTA: Unidade de tratamento de ar

UTAN: Unidade de tratamento de ar novo

VPC: Ventilação de parques cobertos

VR: Ventilador de retorno

Índice de Figuras

Figura 1 - Evolução do consumo energético mundial (federal energy).	2
Figura 2 - Distribuição do consumo energético por setores (ADENE energia 2015).	3
Figura 3 - Sistemas consumidores de energia num edifício (Sustainable services).	4
Figura 4 - Esquema dos constituintes do sistema de gestão energética (City Energy Solutions).	15
Figura 5 - Constituição de uma unidade de produção de água fria (Trane).	20
Figura 6 - Diferentes tipos de transporte mecânico: (a) elevador elétrico; (b) elevador hidráulico; (c) escadas rolantes; (Butcher 2010).	21
Figura 7 - Percurso da energia elétrica até ao consumidor final (Times 2015), (PE Desenvolvimento 2012), (Eduardo 2012), (Margirios).	23
Figura 8 - Curvas de disparo e curva admissível do cabo (Gerin 2003).	25
Figura 9 - Níveis dos quadros elétricos (Andy sa representações).	26
Figura 10 - Relação entre potência ativa, reativa e aparente (EDP 2004).	27
Figura 11- Relação entre a dissipação de energia e o fator de potência (EDP 2004).	27
Figura 12 – Representação da funcionalidade do condensador (Serrano and Cunha 2009). ...	27
Figura 13 - Representação dos diversos parâmetros que constituem o mapa de disjuntores. ..	28
Figura 14- Exemplo de instalação de contadores 1.	32
Figura 15 - Exemplo de instalação de contadores 2.	32
Figura 16 - Exemplo de instalação de contadores 3.	33
Figura 17 - Exemplo de instalação de contadores 4.	33
Figura 18 - Exemplo de instalação de contadores 5.	34
Figura 19 - Parâmetros a registar num mapa de quadros.	34
Figura 20 - Componentes de um sistema de medição da energia elétrica (Circutor), (CIRCUTOR).	37
Figura 21 - Esquema de um TI (Silva).	38
Figura 22 - TI trifásico (Gamboa 2014).	40
Figura 23 - Pinça amperimétrica (Fluke).	42
Figura 24 - Analisador de energia (Tecno Ferramentas).	43
Figura 25 - Aplicação de medição dos consumos parciais da GTC.	46
Figura 26 - Contadores existentes no edifício.	47
Figura 27 - Desagregação dos principais sistemas consumidores de energia do edifício.	47
Figura 28 - <i>Rating</i> global.	56
Figura 29 - <i>Rating</i> para cada indicador de consumo.	57
Figura 30 - Diagrama da estratégia.	67
Figura 31 - Diagrama da rede de quadros elétricos do edifício.	69

Índice de Tabelas

Tabela 1- Consumos energéticos em Portugal para o ano 2000 e 2010 (ADENE energia 2015)	3
Tabela 2 -Síntese do decreto de lei nº79/2006 referente á obrigatoriedade da instalação de equipamentos de medição dos consumos parciais (MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS 2006).....	8
Tabela 3 - Síntese do decreto de lei nº118/2013 referente á obrigatoriedade da instalação de equipamentos de medição dos consumos parciais (MINISTÉRIO DA ECONOMIA E DO EMPREGO 2013).....	9
Tabela 4 - Aparelhos usados na medição dos consumos parciais dos vetores energéticos (Siemens).....	12
Tabela 5 - Principais critérios de comissionamento para cada tipo de medidor (Jones 2006) .	14
Tabela 6 - Tipos de tensões e potências contratadas (EDP)	24
Tabela 7 - Principais componentes do sistema AVAC.....	46
Tabela 8 - Representatividade e ruído aparente sem tomadas do indicador de consumo "iluminação de <i>mall</i> " para a situação inicial e cada alternativa	49
Tabela 9 - Representatividade e ruído aparente sem tomadas do indicador de consumo "iluminação de parques cobertos" para a situação inicial e cada alternativa.....	49
Tabela 10 - Representatividade e ruído aparente sem tomadas do indicador de consumo “ventilação de parques cobertos” para a situação inicial e cada alternativa.....	50
Tabela 11 - Representatividade e ruído aparente sem tomadas do indicador de consumo “iluminação de parques descobertos” para a situação inicial e cada alternativa	50
Tabela 12 - Representatividade e ruído aparente sem tomadas do indicador de consumo “transporte mecânico”	51
Tabela 13 - Representatividade e ruído aparente sem tomadas dos indicadores de consumo “Torres e arrefecimento” e “Bombas de condensação” para a situação inicial e alternativas..	51
Tabela 14 - Representatividade e ruído aparente sem tomadas do indicador de consumo “ <i>chillers</i> ”	52
Tabela 15 - Representatividade e ruído aparente sem tomadas dos indicadores de consumo “Bombas primárias” e “Bombas secundárias” para a situação inicial e cada alternativa.....	53
Tabela 16 - Representatividade e ruído aparente sem tomadas do indicador de consumo “Unidade de tratamento e distribuição do ar”	54
Tabela 17 - Representatividade e ruído aparente sem tomadas dos indicadores de consumo “Bombagem (hidropressoras, furos, água das torres de arrefecimento, água de rega e sanitários) ”	54
Tabela 18 - Representatividade e ruído aparente sem tomadas do indicador de consumo “iluminação exterior de cais” para a situação inicial e alternativas	55
Tabela 19 - Tabela de preços	56
Tabela 20- Orçamento de cada alternativa	58
Tabela 21 - Lista dos equipamentos necessários à estratégia	58
Tabela 22 - <i>Metering worksheet</i>	65
Tabela 23 - <i>Metering shedule</i>	66

Tabela 24 - Mapa de quadros do indicador "iluminação de <i>mall</i> " para o estado inicial	71
Tabela 25 - Tabela de ruído do quadro Q2_05	71
Tabela 26 - Tabela de ruído do quadro Q2_06	71
Tabela 27- Tabela de ruído do quadro Q3_09	71
Tabela 28 - Tabela de ruído do quadro Q3_13	71
Tabela 29 - Tabela de ruído do quadro Q3_16	71
Tabela 30 - Mapa de quadros da iluminação de <i>mall</i> da alternativa 1	72
Tabela 31 - Tabela de ruído do quadro elétrico Q2_05 da alternativa 1	72
Tabela 32 - Tabela de ruído do quadro elétrico Q2_06 da alternativa 1	72
Tabela 33 - Tabela de ruído do quadro elétrico Q3_09 da alternativa 1	72
Tabela 34 - Tabela de ruído do quadro elétrico Q3_13 da alternativa 1	72
Tabela 35 - Tabela de ruído do quadro elétrico Q3_16 da alternativa 1	72
Tabela 36 - Mapa de quadros da iluminação de <i>mall</i> para a alternativa 2	73
Tabela 37 - Tabela de ruído do quadro Q2_05	73
Tabela 38 - Tabela de ruído do quadro Q2_06	73
Tabela 39 - Tabela de ruído do quadro Q3_09	73
Tabela 40 - Tabela de ruído do quadro Q3_13	73
Tabela 41 - Tabela de ruído do quadro Q3_16	73
Tabela 42 - Mapa de quadros para a iluminação de parques cobertos para a situação inicial .	74
Tabela 43 - Tabela de ruído do quadro Q2_01 para a situação inicial	74
Tabela 44 - Tabela de ruído do quadro Q2_03 para a situação inicial	74
Tabela 45 - Tabela de ruído do quadro Q3_01 para a situação inicial	74
Tabela 46 - Tabela de ruído do quadro Q3_04 para a situação inicial	74
Tabela 47 - Mapa de quadros da iluminação de parques cobertos para a alternativa 1	74
Tabela 48 - Tabela de ruído do quadro Q2_01 para a alternativa 1	74
Tabela 49 - Tabela de ruído do quadro Q2_03 para a alternativa 1	74
Tabela 50 - Tabela de ruído do quadro Q3_01 para a alternativa 1	74
Tabela 51 - Tabela de ruído do quadro Q3_04 para a alternativa 1	74
Tabela 52 - Mapa de quadros da ventilação de parques cobertos para a situação inicial	75
Tabela 53 - Tabela de ruído do quadro Q3_02	75
Tabela 54 - Tabela de ruído do quadro Q3_03	75
Tabela 55 - Tabela de ruído do quadro Q3_05	75
Tabela 56 - Tabela de ruído do quadro Q3_06	75
Tabela 57 - Mapa de quadros da ventilação de parques cobertos para a alternativa 1	75
Tabela 58 - Tabela de ruído do quadro Q3_02	75
Tabela 59 - Tabela de ruído do quadro Q3_03	75
Tabela 60 - Tabela de ruído do quadro Q3_05	75

Tabela 61 - Tabela de ruído do quadro Q3_06.....	75
Tabela 62 - Mapa de quadros para a iluminação de parques descobertos.....	76
Tabela 63 - Tabela de ruído para o quadro Q3_07.....	76
Tabela 64 - Mapa de quadros para o transporte mecânico	76
Tabela 65 - Tabela de ruído para o quadro Q2_07.....	76
Tabela 66 - Tabela de ruído para o quadro Q2_08.....	76
Tabela 67 - Tabela de ruído para o quadro Q2_09.....	76
Tabela 68 - Tabela de ruído para o quadro Q2_10.....	76
Tabela 69 - Mapa de quadros para as torres de arrefecimento para a situação inicial	77
Tabela 70 - Tabela de ruído do quadro Q2_13 para a situação inicial no indicador torres de arrefecimento.....	77
Tabela 71 - Mapa de quadros para as torres de arrefecimento para a alternativa 1 e alternativa 2	77
Tabela 72 - Mapa de quadros para as bombas de condensação na situação inicial.....	77
Tabela 73 - Tabela de ruído para o quadro Q2_13 para o indicador bombas de condensação	77
Tabela 74 - Mapa de quadros para as bombas de condensação para a alternativa 1 e alternativa 2	77
Tabela 75 - Mapa de quadros para os <i>chillers</i>	78
Tabela 76 - Mapa de quadros das bombas primárias na situação inicial.....	78
Tabela 77 - Tabela de ruído do quadro Q2_11 na situação inicial para as bombas primárias	78
Tabela 78 - Mapa de quadros para as bombas primárias na alternativa 1 e alternativa 2	78
Tabela 79 - Mapa de quadros na situação inicial para as bombas secundárias	78
Tabela 80 - Tabela de ruído para o quadro Q2_11 nas bombas secundárias.....	78
Tabela 81 - Mapa de quadros para as bombas secundárias na alternativa 1	79
Tabela 82 - Mapa de quadros para as bombas secundárias na alternativa 2	79
Tabela 83 - Mapa de quadros para a unidade de tratamento e distribuição do ar na situação inicial	79
Tabela 84 - Tabela de ruído para o quadro Q2_12.....	79
Tabela 85 - Tabela de ruído para o quadro Q4_08.....	79
Tabela 86 - Tabela de ruído para o quadro Q3_15.....	79
Tabela 87 - Tabela de ruído para o quadro Q3_17.....	79
Tabela 88 - Mapa de quadros da unidade de tratamento e distribuição do ar para a alternativa 1 e alternativa 2.....	79
Tabela 89 - Mapa de quadros da bombagem (hidropressoras).....	80
Tabela 90 - Mapa de quadros da bombagem (furos).....	80
Tabela 91 - Mapa de quadros da bombagem (água de torres de arrefecimento).....	80
Tabela 92 - Mapa de quadros da bombagem (água de rega e sanitários).....	80
Tabela 93 - Mapa de quadros da iluminação exterior de cais	80

Tabela 94 - Tabela de ruído do quadro Q2_05	80
Tabela 95 - Tabela de ruído do quadro Q3_09	80
Tabela 96 - Mapa de quadros para a iluminação exterior de cais na alternativa 1 e alternativa 2	81
Tabela 97 - Tabela de ruído do contador diferencial	81
Tabela 98 - Árvore de contadores 1: Sistemas	83
Tabela 99 - Árvore de contadores 1: Iluminação	83
Tabela 100 - Árvore de contadores 1: Iluminação <i>mall</i>	83
Tabela 101 - Árvore de contadores 1: Iluminação <i>mall</i> , piso 1	83
Tabela 102 - Árvore de contadores 1: Iluminação <i>mall</i> , piso 2	83
Tabela 103 - Árvore de contadores 1: Iluminação de parques cobertos	84
Tabela 104 - Árvore de contadores 1: Iluminação de parques cobertos, parque 1	84
Tabela 105 - Árvore de contadores 1: Iluminação de parques cobertos, parque 2	84
Tabela 106 - Árvore de contadores 1: Iluminação de parques descobertos	84
Tabela 107 - Árvore de contadores 1: Iluminação de parques descobertos, parque 4	84
Tabela 108 - Árvore de contadores 1: Iluminação de parques descobertos, parque 3	84
Tabela 109 - Árvore de contadores 1: Iluminação exterior de cais	84
Tabela 110 - Árvore de contadores 1: Transporte mecânico	85
Tabela 111 - Árvore de contadores 1: Tapete rolante	85
Tabela 112 - Árvore de contadores 1: Escada rolante	85
Tabela 113 - Árvore de contadores 1: Monta-cargas	85
Tabela 114 - Árvore de contadores 1: Elevador	85
Tabela 115 - Árvore de contadores 1: Ventilação de parque cobertos	85
Tabela 116 - Árvore de contadores 1: Ventilação de parque cobertos, parque 1	85
Tabela 117 - Árvore de contadores 1: Ventilação de parque cobertos, parque 2	85
Tabela 118 - Árvore de contadores 1: AVAC	86
Tabela 119 - Árvore de contadores 1: Unidade de produção e distribuição de água	86
Tabela 120 - - Árvore de contadores 1: <i>chillers</i>	86
Tabela 121 - Árvore de contadores 1: Torres de arrefecimento	86
Tabela 122 - Árvore de contadores 1: Bombas de arrefecimento	86
Tabela 123 - Árvore de contadores 1: Bombas de arrefecimento primárias	86
Tabela 124 - Árvore de contadores 1: Bombas de arrefecimento secundárias	86
Tabela 125- Árvore de contadores 1: Bombas de condensação	87
Tabela 126- Árvore de contadores 1: Bombas de aquecimento	87
Tabela 127- Árvore de contadores 1: Bombas de aquecimento primárias	87
Tabela 128- Árvore de contadores 1: Bombas de aquecimento secundárias	87
Tabela 129- Árvore de contadores 1: Unidade de tratamento e distribuição do ar	87

Tabela 130- Árvore de contadores 1: Bombagem (furo).....	87
Tabela 131- Árvore de contadores 1: Bombagem (água das torres de arrefecimento)	87
Tabela 132- Árvore de contadores 1: Bombagem (água de rega e sanitários).....	87
Tabela 133- Árvore de contadores 1: Bombagem (hidropressoras)	88
Tabela 134- Árvore de contadores 2: Iluminação de <i>mall</i> , piso 1	88
Tabela 135 - Árvore de contadores 2: Iluminação de <i>mall</i> , piso 2.....	88
Tabela 136 - Árvore de contadores 2: Iluminação de parques cobertos, parque 1	88
Tabela 137 - Árvore de contadores 2: Iluminação de parques cobertos, parque 2.....	88
Tabela 138 - Árvore de contadores 2: Ventilação de parques cobertos, parque 1	88
Tabela 139 - Árvore de contadores 2: Ventilação de parques cobertos, parque 2	88
Tabela 140 - Árvore de contadores 2: Bombas de arrefecimento secundárias.....	89
Tabela 141 - Chave das Tabelas	91
Tabela 142 - Lista de tarefas a executar no contador para a alternativa 1.....	91
Tabela 143 - Lista de tarefas a executar no contador para a alternativa 2.....	93

1 Introdução

1.1 A empresa

A presente tese realizou-se em ambiente empresarial, na empresa Edifícios Saudáveis – Consultores. É uma empresa de consultadoria fundada em 1996 direcionada para a área da sustentabilidade ambiental de edifícios, trabalhando na economia dos mesmos. Atualmente, encontra-se sediada em Leça da Palmeira, mais concretamente, na Exponor.

Os principais serviços de consultadoria prestados pela empresa centram-se em áreas como:

- Eficiência energética e hídrica: diagnóstico de desperdícios, proposta e implementação de medidas de poupança, comissionamento e melhoramento dos sistemas de controlo dos equipamentos;
- Qualidade do ambiente interior, nomeadamente, melhoramento da qualidade do ar, do conforto térmico, entre outros, no edifício;
- Desempenho ambiental, providenciando serviços de assessoria para melhoramento do desempenho ambiental, e tendo como principal objetivo a certificação de mérito ambiental nos edifícios.

É uma empresa com bastante experiência, operando em centenas de edifícios, dentro e fora de Portugal, tais como, centros comerciais, supermercados, escritórios, hotéis, casinos, entre outros, que totalizam uma área de mais de 4000000 m² (edifícios saudáveis 2015).

1.2 Enquadramento

A energia é um dos pilares essenciais à sobrevivência humana e dela estão dependentes todas as atividades de uma sociedade. O aumento das necessidades energéticas num país constitui um indicador do seu desenvolvimento económico e populacional, consequência do crescimento da sua indústria, das necessidades de transporte e da melhoria de qualidade de vida (aumento dos serviços e do conforto habitacional). (Rodrigues 2014). Nos últimos anos, em consequência do desenvolvimento dos países subdesenvolvidos e do aumento populacional, o consumo energético mundial tem vindo a aumentar, como pode ser constatado na Figura 1.

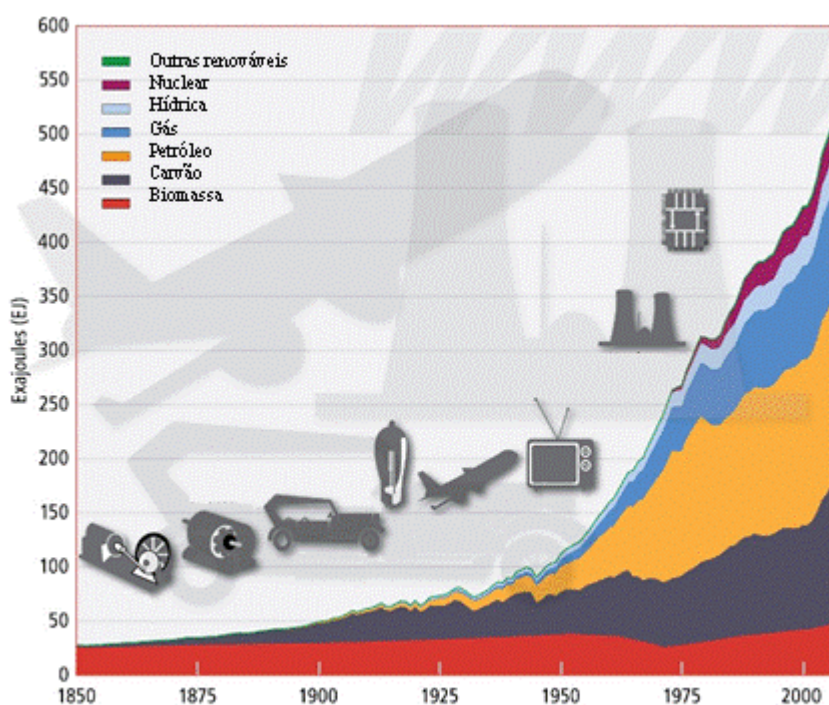


Figura 1 - Evolução do consumo energético mundial (federal energy).

Este aumento é suportado, na sua grande maioria, por combustíveis fósseis, fontes de energia de origem não-renovável, que são prejudiciais para o ambiente, causando problemas como o efeito de estufa, as chuvas ácidas e a poluição dos oceanos. Esta fonte de energia é fornecida por um número reduzido de países, tornando outros dependentes a nível energético dos primeiros, originando problemas de índole política e económica. Devido ao consumo excessivo e desgovernado, os combustíveis fósseis estão cada vez mais escassos, gerando incertezas sobre a manutenção da qualidade de vida num futuro próximo. Tornou-se portanto imperativo tomar medidas para garantir a satisfação das necessidades energéticas sem comprometer a sobrevivência das futuras gerações, garantindo assim a sustentabilidade do planeta (Rodrigues 2014).

O protocolo de Quioto vem contribuir para esta ideia de sustentabilidade. Criado em 1997, este protocolo foca-se na diminuição das emissões de gases com efeito de estufa, nomeadamente, dióxido de carbono, metano, óxido nítrico, hidrocarbonetos fluorados, hidrocarbonetos perfluorados e hexafluoreto de enxofre, estabelecendo metas para a sua redução nos países aderentes. Sugere também, meios para atingir estas metas, designadamente, aumento da eficiência energética, implementação de fontes energéticas renováveis e incentivação de formas sustentáveis de agricultura (Europa).

Os aproveitamentos energéticos provenientes de fontes renováveis, apresentam-se como sendo fontes inesgotáveis, com pouco impacto em termos de poluição e permitem a descentralização dos consumos, ou seja, uma maior variabilidade energética. A sua implementação tem aumentado progressivamente nos últimos anos. Segundos dados da ADENE, que podem ser consultados na Tabela 1, o consumo energético de carácter renovável em Portugal, aumentou mais de 4000×10^3 toneladas equivalentes de petróleo (tep), em onze anos.

Tabela 1- Consumos energéticos em Portugal para o ano 2000 e 2010 (ADENE energia 2015)

2000	2011
Carvão: 3.813,14 Ktep	Carvão: 2.222,48 Ktep
Petróleo: 15.568,48 Ktep	Petróleo: 10.331,49 Ktep
GN: 2.063,81 Ktep	GN: 4.492,2 Ktep
Saldo Imp. En. Elétrica: 80 Ktep	Saldo Imp. En. Elétrica: 241,9 Ktep
Resíduos Industriais: 3.728,12 Ktep	Resíduos Industriais: 80,45 Ktep
Renováveis: 1.007,49 Ktep	Renováveis: 5.136,23 Ktep
E. Hídrica (Renováveis): 1,007 Ktep	E. Hídrica (Renováveis): 1.041,82 Ktep
E. Eólica (Renováveis): 14 Ktep	E. Eólica (Renováveis): 787,89 Ktep
Biomassa (Renováveis): 2.699,18 Ktep	Biomassa (Renováveis): 3.204,89 Ktep
Outras Renováveis: 7 Ktep	Outras Renováveis: 101,61 Ktep

Apesar disso, são fontes que dependerão das condições climáticas, resultando numa produção energética que não é função das necessidades energéticas. Os problemas de armazenamento da energia proveniente destas fontes, os custos de implementação e o facto de nem sempre constituírem tecnologias maduras, criam alguns entraves à sua implementação.

A eficiência energética consiste na utilização racional e ponderada da energia, tentando minimizar o seu gasto, de modo a evitar desperdícios, sem abdicar do conforto (ADENEenergia 2015). Verifica-se que grande parte da energia consumida é desperdiçada, fruto de limitações termodinâmicas, mas também, da má gestão dos utilizadores de energia. Criar equipamentos mais eficientes e procurar estratégias que permitam aproveitar os desperdícios energéticos são algumas estratégias que permitem minimizar os consumos (PINHO Abril de 2011). A rentabilidade económica alia-se à sustentabilidade tornando a gestão energética uma área de grande interesse.

1.3 Motivação

Segundo a ADENE, na Europa, os edifícios são responsáveis por 40% do consumo energético. Em Portugal verificou-se que, para o ano de 2012, o setor de serviços atingiu valores da ordem das 1868 toneladas equivalentes de petróleo (tep), representando 12% do consumo energético total, como pode ser visível na Figura 2.

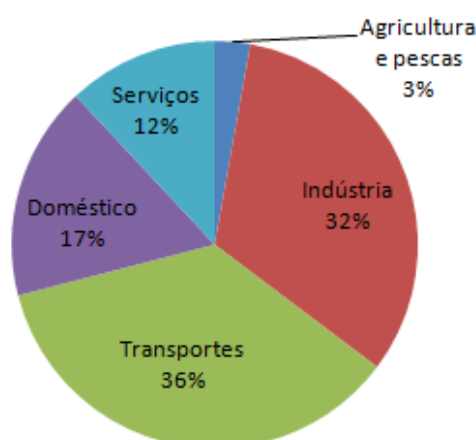


Figura 2 - Distribuição do consumo energético por setores (ADENE energia 2015).

Este setor tem um enorme potencial de redução dos seus consumos e aumento da sustentabilidade, ou seja, tem um enorme potencial de gestão energética. São múltiplos os sistemas e equipamentos que terão de ver as suas necessidades energéticas satisfeitas, como por exemplo: a iluminação, o transporte mecânico, os equipamentos de escritórios, os sistemas AVAC, entre outros. A Figura 3 representa os principais sistemas consumidores de

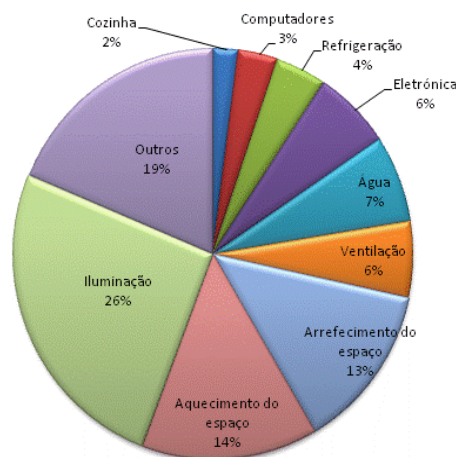


Figura 3 - Sistemas consumidores de energia num edifício (Sustainable services).

energia num edifício de comércio. Nestes, a implementação de medidas de poupança e de gestão energética, tais como, o aproveitamento da iluminação e da ventilação natural e o uso racional de energia, permitem minimizar os consumos (CIBSE guide F 2004).

Efetivamente, o gestor do edifício poderá reduzir os consumos do mesmo pelo aumento da eficiência dos equipamentos ou melhoria da sua operação. O aumento da eficiência é conseguido através da instalação de novas tecnologias, que proporcionam o mesmo serviço com um menor consumo. Também, uma melhor operação e manutenção do edifício, boas práticas dos utilizadores do edifício e reprogramação dos sistemas de controlo, poderão ser usados para alcançar poupanças significativas (Council).

Estas medidas de poupança não poderão ser tomadas, sem a prévia identificação da distribuição energética no edifício, dos seus principais consumidores, bem como dos sistemas com maior potencial de poupança. Este tipo de informação é conseguido através da análise dos consumos energéticos do edifício (tecnologias). Assim, uma boa gestão energética dependerá da correta análise dos consumos energéticos do mesmo.

O sistema de contagens parciais de consumos, *submetering*, poderá ser uma solução para a obtenção das informações atrás referidas. O *submetering* permite identificar como se desagregam os consumos de energia no edifício, os principais desperdícios energéticos do mesmo e quais as áreas nos quais deve incidir uma estratégia de redução de custo (Isolani 2008).

Permite ainda monitorizar e controlar o consumo enérgico, verificando o impacto das medidas de poupança energética, assegurando a permanência das mesmas. Aos consumos parciais medidos, podem ser associados alarmes (no *software* de gestão energética) de forma a detetar quando os consumos são diferentes dos espectáveis (fruto de algum problema com o sistema), auxiliando assim, todo o processo de gestão e manutenção do edifício (Jones 2006).

Os sistemas de *submetering* podem variar na dimensão e complexidade, integrando diversos vetores energéticos e vetores de água, constituindo ferramentas críticas de gestão de consumos. Os grandes edifícios de serviços e comércio têm, vulgarmente, um sistema de gestão técnica centralizada, denominada GTC, que permite o controlo, a medição e o

comando das diversas funções e equipamentos do edifício, (Infocontrol) dentro da qual, tipicamente, há uma plataforma que monitoriza os consumos energéticos.

1.4 Objetivos

Apesar da sua relevância como ferramenta de gestão de consumos, o *submetering* é muitas vezes subutilizado. Como tal, pretende-se caracterizar a problemática, apontando formas e ferramentas para a sua resolução.

Os principais objetivos deste trabalho consistem, na elaboração de uma estratégia de requalificação e melhoramento dos sistemas de *submetering* existentes em grandes edifícios de serviços, isto é, *submetering fine-tuning*. A metodologia desenvolvida incluiu a definição dos passos necessários para a otimização da instalação, bem como a definição de critérios para a identificação de cargas e sistemas energéticos relevantes. Incluiu ainda, a criação de parâmetros que permitam avaliá-la, em termos de qualidade e custo.

Posteriormente foi aplicada a metodologia de *submetering fine-tuning* desenvolvida neste trabalho a um centro comercial, por forma a testar a sua implementação, utilidade e eficácia.

1.5 Estrutura da dissertação

Esta dissertação é composta por cinco capítulos, sendo o primeiro uma introdução ao tema.

Os outros capítulos têm a seguinte organização:

- Capítulo 2: Estado de arte
- Capítulo 3: Ajuste de sistemas de medição dos consumos parciais em edifícios
- Capítulo 4: Caso prático
- Capítulo 5: Conclusões

2 Estado da arte

Este capítulo tem como principal objetivo contextualizar o *submetering*. O subcapítulo 2.1 explicita os requisitos legais obrigatórios para as contagens parciais em grandes edifícios de serviços. O subcapítulo 2.2 explica o conceito de *submetering* em edifícios e a sua importância enquanto ferramenta de gestão energético, assim como, deverá ser realizada uma estratégia de *submetering*.

2.1 Contagens e legislação portuguesa

A consciencialização para a poupança e sustentabilidade tem levado cada vez mais países a desenvolverem políticas energéticas que cumpram metas, que no caso dos edifícios, se traduzem em sistemas de certificação energética. Além disso, o protocolo de Quioto, que estabelece, com os países aderentes, um compromisso de redução da emissão de gases de efeito de estufa, tem incentivado a implementação de medidas de política para a eficiência energética. (ADENE energia 2015). A união europeia publicou, em Janeiro de 2003, a diretiva nº 2002/91/CE relativa ao desempenho energético dos edifícios. Esta, impõe aos estados membros a criação e renovação periódica de regulamentos para redução de consumos energéticos em edifícios novos ou sujeitos a grandes intervenções (EMPREGO 2013). A importância das contagens parciais para uma melhoria na gestão energética e consequente aumento da eficiência energética é inequívoca (ver subcapítulo 2.2.1, A importância do *submetering*), e também a legislação portuguesa a teve em consideração, quando, em resposta à diretiva, elaborou o decreto de lei nº79/2006, referente aos sistemas energéticos de climatização em Edifícios. Nesta, foram estabelecidas algumas considerações sobre a obrigatoriedade de instalar equipamentos para medição dos consumos parciais de alguns sistemas/equipamentos consumidores, nomeadamente, novos sistemas de climatização (conjunto de equipamentos aglutinados de forma coerente de forma a satisfazer um ou mais objetivos da climatização, ou seja, ventilação, aquecimento, arrefecimento, humedificação, desumidificação e purificação do ar) que se encontram discriminados na Tabela 2

Tabela 2 -Síntese do decreto de lei nº79/2006 referente á obrigatoriedade da instalação de equipamentos de medição dos consumos parciais (MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS 2006)

Sistema	Critério	Exigência de contagem
sistema de climatização		Meios de registo de consumos próprio
sistema de climatização	Sirvam várias frações ou edifícios	Contagem de energia para cada função
Equipamentos do sistema de climatização	Potência elétrica > 12 kW	Contagens individuais ou sistema centralizado de monitorização
	Potência térmica máxima com combustíveis fósseis > 100W	Contagens individuais ou sistema centralizado de monitorização
Motores elétricos do sistema de climatização	Potência elétrica > 5,5 kW	Garantir a monitorização do consumo elétrico

Em 2010 surgiu uma nova diretiva, diretiva nº 2010/31/ EU, que originou o decreto de lei nº118/2013 revogando o decreto de lei anterior. Tem como principal objetivo, melhorar o desempenho energético dos edifícios a partir de um sistema de certificação energética, que integra regulamentos de desempenho energético destes (habitacional ou de serviços)(Ministérios do ambiente 2013). Como consequência deste decreto foram criadas portarias, da qual se destaca a portaria nº349-D/2013, que estabelece os requisitos de conceção relativos à qualidade térmica da envolvente e à eficiência dos sistemas técnicos de edifícios (novos ou sujeitos a grandes intervenções e existentes) (MINISTÉRIO DA ECONOMIA E DO EMPREGO 2013). Relativamente à obrigatoriedade de sistemas de contagens parciais verificou-se algumas alterações face à legislação anterior, assim como, a introdução de novas exigências ao nível dos consumos parciais. Estas encontram-se registadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Síntese do decreto de lei nº118/2013 referente á obrigatoriedade da instalação de equipamentos de medição dos consumos parciais (MINISTÉRIO DA ECONOMIA E DO EMPREGO 2013)

Sistema		Critério	Exigência de contagem
Sistemas mistos de aquecimento e preparação de águas quentes sanitárias (AQS)		Potência térmica nominal > 100 kW	Contagem de energia para cada função (desagregar funções)
Sistemas de preparação de AQS com energia solar		Área dos painéis > 20 m ²	Sistema de monitorização e registo de produção solar
Sistemas de climatização centralizado		servam várias frações ou edifícios + Área interior de pavimento > 500 m ² (após dezembro de 2015 este critério não é válido)	Contador em cada fração nas redes de distribuição de água quente e refrigerada
Sistema de climatização com potência instalada de climatização > 25 kW	Unidades de climatização	Potência elétrica > 12 kW	Pontos de medição ou monitorização
sistema de climatização com potência instalada de climatização > 25 kW	Motores	Potência elétrica > 1 kW	Pontos de medição ou monitorização
sistema de climatização com potência instalada de climatização > 100 kW	combustíveis líquidos e gasosos em caldeira		Pontos de medição ou monitorização
Sistema AVAC		Potência térmica nominal edifício ≥ 250 kW	Contagem elétrica por sistema
Produção de energia renovável ou por cogeração		Potência térmica nominal edifício ≥ 250 kW	Contagem individualizada da energia
Equipamentos		Potência elétrica > 12 kW + Potência térmica nominal edifício ≥ 250 kW	Contagem individualizada da energia
Unidades produtoras de água quente ou fria		Potência térmica nominal edifício ≥ 250 kW + Potência elétrica > 50 kW (para GES e sempre que possível)	Contagens individualizadas da energia elétrica, térmica ou outras que permitam calcular rendimento
Equipamentos produtores de energia		Potência térmica nominal edifício ≥ 250 kW + Potência térmica nominal > 100 kW	Contagem individual do consumo de combustíveis líquido e gasoso
Sistemas com múltiplas funções		Potência térmica nominal edifício ≥ 250 kW	Contagem de energia para cada função (desagregar funções)
Todas as fontes		Potência térmica nominal edifício ≥ 250 kW	Contagem gerais das fontes energéticas

Estas contagens deverão ser registadas com uma periodicidade mínima de 15 minutos e arquivadas durante 6 anos (MINISTÉRIO DA ECONOMIA E DO EMPREGO 2013).

Facilmente se denota, um aumento das exigências legais relativas à implementação de sistemas de contagens como medida para a eficiência energética dos edifícios. Há efetivamente um reconhecimento crescente, que também se verifica na legislação Portuguesa, do *submetering* como ferramenta de gestão energética.

As considerações que suportam a construção de uma estratégia de *submetering* terão de incluir as imposições legais descritas anteriormente, sempre que estas se apliquem ao edifício.

2.2 Sistema de medição dos consumos parciais em edifícios

2.2.1 Sistema de medição dos consumos parciais em edifícios: Definição

Um sistema de medição dos consumos parciais, também designado, *submetering*, consiste na instalação de equipamentos de medição, que permitam medir os consumos parciais de um edifício, em termos de água ou energia. Ou seja, permite medir o consumo individual de sistemas ou equipamentos (EnerCare).

Num edifício de elevadas dimensões são múltiplos os gastos energéticos, complicando a tarefa da gestão energética do mesmo. A informação sobre o consumo global do edifício e o tipo de consumidores é conhecida, mas, muitas vezes, revela-se insuficiente para compreender como se distribuem, efetivamente, os consumos energéticos num edifício. Aplicar estratégias de medição dos consumos parciais, permitirá fornecer essa informação ao gestor do edifício, auxiliando a gestão energética. Tal como declarou Jack Welch: “*you cannot manage what you do not measure*”, (Jones 2006) ou traduzindo, “não se consegue gerir o que não se consegue medir”.

2.2.2 Importância do sistema de medição dos consumos parciais em edifícios

Um maior conhecimento sobre a forma como os consumos se encontram distribuídos permite a mais fácil consciencialização sobre quais são os principais gastos do edifício. A identificação dos mesmos constitui o primeiro passo para a aplicação de medidas de eficiência energética. Embora as auditorias providenciem informação sobre a distribuição dos consumos no edifício, a sua análise é limitada a um curto intervalo de tempo, não tendo o carácter contínuo que apenas o *submetering* possui (Council). Este carácter permite ainda, e estipulando valores padrão para o consumo parcial medido, detetar pontos de consumo excessivo, aos quais poderão ser aplicadas medidas de gestão energética. A comparação entre os consumos (reais e supostos) poderá garantir a permanência das medidas de poupança, assim como, identificar rapidamente falhas de implementação que deverão ser corrigidas (Jones 2006)

Por exemplo, estima-se que uma lâmpada com potência de 50W que esteja ligada 8 horas por dia consuma 1440 kJ. Se o contador indicar uma discrepância elevada no consumo, provavelmente ocorreu uma falha ou um erro no circuito ou no mecanismo de operação. Estatísticas indicam que as poupanças obtidas pela aplicação do *submetering* rondam os 5% a 10% do consumo energético total da carga em análise. No entanto, verificam-se casos que ultrapassam, e muito, estes valores (Jones 2006). Os principais benefícios da estratégia, incluindo os exemplificados anteriormente, são (Jones 2006):

- Ajudar a identificar os principais consumos energéticos no edifício e como a energia é consumida;
- Providenciar uma melhor prestativa sobre o funcionamento do edifício, permitindo definir tendências do consumo;
- Monitorizar os consumos energéticos, auxiliando a gestão do edifício e permitindo uma maior poupança;
- Detetar eventuais erros ou discrepâncias de consumo;
- Providenciar feedback, permitindo melhorar a performance e criando novas metas de poupança;
- Ganhar créditos BREEAM¹;

¹ BREEAM ou *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* é um certificado ambiental para edifícios que classifica o edifício em determinadas categorias e tem como objetivos a minimização dos efeitos negativos nos ambientes locais e globais do edifício, impulsionando a saúde e conforto nos espaços interiores nos ambientes locais e globais do edifício, impulsionando a saúde e conforto nos espaços interiores Ascenso, R. (2015). Sistemas de certificação de edifícios - Selos para a sustentabilidade. Uma Tecnologia imparável.

- Fornecer informação sobre o consumo efetivo dos diversos sistemas usados no cálculo do *benchmarking*².

Os benefícios de *submetering* são difíceis de quantificar, e o impacto na redução dos consumos é um processo indireto. Apesar de ser uma ferramenta importante para a redução dos consumos, será necessário aplicar medidas de poupança (que resultam da análise do sistema) para que os consumos sejam reduzidos e, conseqüentemente, se atinja uma poupança energética (Council).

2.2.3 Principais vetores energéticos

O funcionamento do edifício depende do fornecimento energético sob a forma de, normalmente, energia elétrica e térmica. Desta forma, recorre a diferentes vetores energéticos, tais como: a **eletricidade** proveniente da rede elétrica, **combustíveis fósseis**, como gás natural e gasóleo, para alimentação de caldeiras ou unidades de cogeração (obtenção simultânea de energia térmica e elétrica pela queima de um combustível (Galp energy 2011)) e **compra de água aquecida**, em que o cálculo do consumo é função da entalpia. A análise de *submetering* poderá recair sobre qualquer um destes vetores energéticos. Medir os consumos parciais de água, poderá ainda ser particularmente relevante para certa tipologia de edifícios.

Os tipos de equipamentos destinados à medição irão variar de acordo com o tipo de energia a medir. A Tabela 4 regista os principais aparelhos usados para a medição dos consumos parciais para cada vetor.

Tabela 4 - Aparelhos usados na medição dos consumos parciais dos vetores energéticos (Siemens)

Vetor	Equipamento
Eletricidade	Contador/ analisador de energia elétrica
Energia térmica	Contador de entalpia: Constituído por um medidor de caudal, sensor de temperatura e unidade de leitura(Ista 2014);
Gás/outros combustíveis líquidos ou gasosos Água	Caudalímetros: medidor do caudal

2.2.4 Método

A CIBSE indica um método para elaborar uma estratégia de *submetering*. Nesta abordagem, a estratégia de *submetering* deverá abranger pelo menos 90% do consumo anual estimado para cada fonte energética usada no edifício. A avaliação deste poderá ser efetuada por um destes três níveis de desagregação energética, com especificação crescente, nomeadamente (Jones 2006):

- **Análise rápida:** avalia a energia consumida por unidade de área;

² *Benchmarking*: processo contínuo e sistemático de comparação dos desempenhos de uma organização com outras análogas, com o objetivo de identificar oportunidades de melhoria de desempenho de serviços ou redução de custos. Associado ao setor energético dos edifícios, compara os consumos reais do mesmo com targets, valores de referência. Loureiro, J. M. d. S. (2013). BENCHMARKING ENTRE OS TRIBUNALIS DA RELAÇÃO PORTUGUESES.

- **Análise melhorada:** tem em conta os principais usos, ocupação e tempo;
- **Análise detalhada:** considera ainda os destinatários finais e sistemas energéticos.

A análise é interativa e o método terá os seguintes passos (primeiros 5 passos exemplificados no anexo A, Tabela 22):

1. Estimar o consumo total de energia para cada fonte energética usada; o mesmo se fará com a água ou fontes renováveis;
2. Identificar as principais áreas de consumo energético, bem como, os principais consumidores finais dessa área, que serão alvo de medição;
3. Identificar os contadores existentes e verificar se existe ligação com algum sistema ou *software* de gestão ou manutenção (usar só os relevantes mas registar todos). Este passo só é válido quando a estratégia de *submetering* está a ser aplicada a um edifício existente;
4. Definir o tipo de estratégia de medição a implementar e dar identificação a cada medidor. A estratégia de medição resultará numa tentativa de compromisso entre os regulamentos do edifício, requerimentos de eficiência energética e se o grau de medição é apropriado, prático e com um custo adequado. Serão cinco os tipos de medição usados, nomeadamente:
 - **Medição direta** dos consumos energéticos, recorrendo a dispositivos de medição. Estratégia preferencial, mas mais cara. É de notar que, alguns dos consumidores energéticos poderão já incluir medidores, tais como, controladores de variação da velocidade e fontes de alimentação interrupta;
 - **Contagem do número de horas de funcionamento** do equipamento ou sistema para cargas constantes. Este tipo de equipamentos, como o próprio nome sugere, destina-se a medir o número de horas que dada carga está em funcionamento. São dispositivos mais baratos e fáceis de instalar;
 - **Medição indireta** ou cálculo, através de expressões, dos consumos, utilizando parâmetros medidos, tais como temperatura, caudal, etc;
 - **Medição por diferença** entre dois valores de medição;
 - **Estimativa de pequenos consumos.**
5. Estimar o consumo anual que cada equipamento de medição irá medir e verificar se a soma destes é superior a 90% dos consumos totais;
6. Criar uma lista de medição ou “*metering Schedule*”, isto é, um esquema que contenha informação sobre a identificação da medição, o consumidor final, tipo de medição e sua localização (caso seja requerido ao método). O anexo A, Tabela 23 apresenta um exemplo desta lista;
7. Elaborar um diagrama com a estratégia de medição contendo a identificação, o consumo respetivo e o tipo de cada medição, como exemplificado no anexo A, Figura 30;
8. Desenvolver um “*meter Reading proforma*”, ou seja, um registo dos dados relativos às leituras e consumos lidos nos contadores, para que sejam registados e guardados;
9. Incorporar os detalhes nos desenhos de projeto e no diário de navegação do edifício ³ para que possa auxiliar o gestor do edifício na monitorização do mesmo;

Os dados poderiam ser recolhidos pelo responsáveis da manutenção do edifício, mas em grandes edifícios, tornar-se-ia uma tarefa martirizante, infundável e que requisitaria muita mão de obra. A frequência de leitura seria baixa e esta recolha, pouco dinâmica, poderia ocultar determinados consumos energéticos que só ocorrem em determinadas alturas específicas(Jones 2006).

³ diário de navegação do edifício : documento de contém as informações sobre o edifício e serviços instalados e a ser fornecidos pelo dono/ocupantes de edifícios não-residenciais Jones, P. (2006). *Building energy metering-A guide to energy sub-metering in non-domestic building*, CIBSE.

Assim, e principalmente para grandes edifícios, **uma monitorização automática** é apresentada como a solução mais adequada. Esta recorre a equipamentos de medição que permitam a ligação com uma plataforma ou *software*, monitorizando de forma automática os consumos, permitindo a rápida deteção de desperdícios com o mínimo de pessoal, reduzindo os custos com recursos humanos no edifício (Jones 2006).

2.2.5 Comissionamento

A precisão e credibilidade dos resultados obtidos irão depender do cuidado e atenção prestado nas fases de instalação e comissionamento dos sistemas de medição, bem como, dos cuidados prestados ao longo da vida do equipamento (Jones 2006). A instalação dos dispositivos de medição deverá seguir as especificações dos fabricantes e cada dispositivo deverá ser comissionado e etiquetado (indicando a identificação do contador e que consumo está a ser medido).

O **comissionamento** consiste na verificação de certos parâmetros funcionais do aparelho registando-os num relatório de comissionamento. Este funcionará como uma “garantia de qualidade” da operação e dos dados obtidos. O total do consumo obtido pelas medições parciais deverá dar um valor próximo do consumo total medido pelo medidor do consumo geral. Discrepâncias elevadas entre os dois valores de consumo deverão ser investigadas (Jones 2006).

A Tabela 5 resume os principais critérios a verificar para cada tipo de medidor usado:

Tabela 5 - Principais critérios de comissionamento para cada tipo de medidor (Jones 2006)

Consumo a medir	Verificações
Eletricidade	Transformadores de corrente combinados com contadores Razão de transformação adequada Correta instalação dos transformadores para que uma fase não anule as restantes
Óleo, água e calor	Equipamentos instalados em linha reta, garantindo os comprimentos mínimos especificados pelo fornecedor antes e após instalação do equipamento de medição Espaço de instalação isento de partículas para não afetar a precisão e fiabilidade
Gás	O valor obtido terá de ter compensação de pressão e temperatura em relação ao abastecimento

2.3 Um exemplo de aplicação: Sistema de gestão da energia no edifício

As informações sobre contagens parciais poderão ser inseridas num sistema de gestão de consumos energéticos. Este é um sistema de controlo computacional, que permite monitorizar e controlar, localmente ou remotamente os principais sistemas consumidores de energia num edifício, permitindo uma fácil definição das metas para redução de consumos (City Energy Solutions). Assim, tem como objetivo, a redução de custos garantindo o conforto e segurança dos ocupantes do edifício. (Couras 2011)

Permite controlar o uso de água, consumos com iluminação, bombas, ar condicionado, entre outras, para que respondam de acordo com os sensores instalados (temperatura, humidade,...) e trabalhem apenas quando efetivamente necessitam. Os registos de energia são automaticamente monitorizados e gravados para as diferentes subdivisões existentes, permitindo uma fácil, rápida e eficiente avaliação energética. Criar alarmes, para detetar consumos atípicos ou desviados do padrão em certos equipamentos, é também uma

ferramenta que pode ser implementada neste sistema, que permite alertar, de forma automática, o mau funcionamento do consumidor final (City Energy Solutions).

A Figura 4 retrata os diferentes componentes que constituem este sistema de gestão de energia.

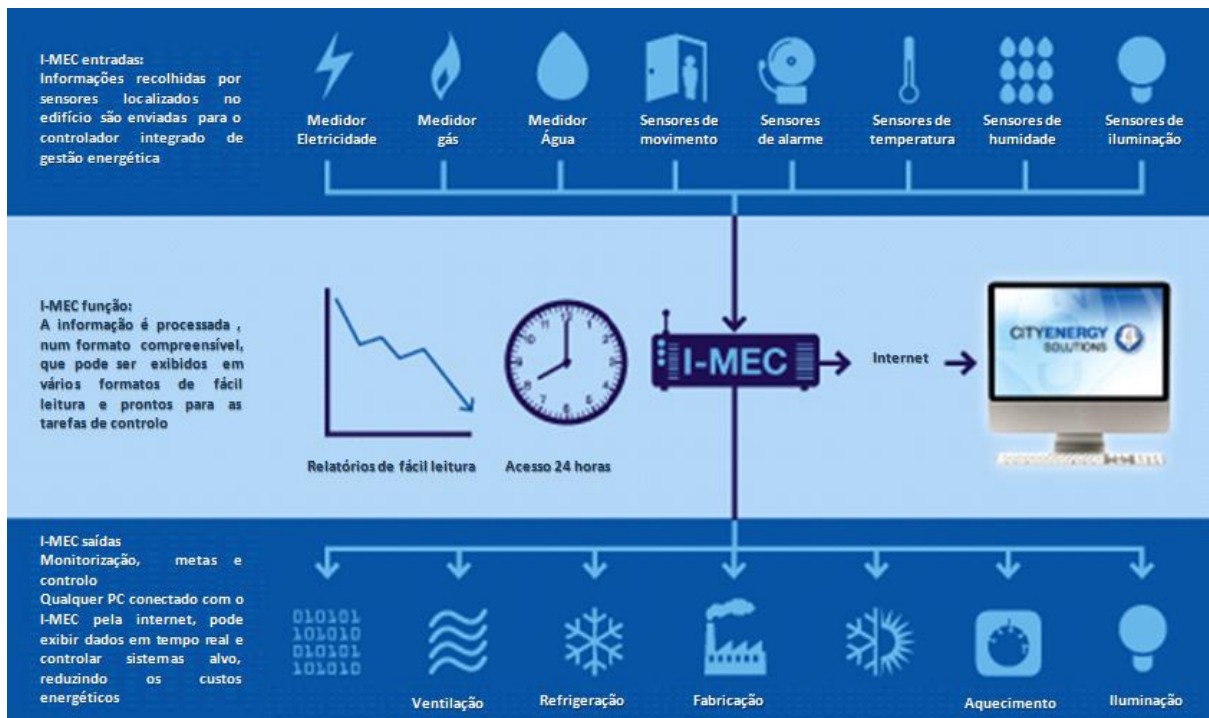


Figura 4 - Esquema dos constituintes do sistema de gestão energética (City Energy Solutions).

Pode conter várias funcionalidades, tais como (Couras 2011):

- Acompanhamento dos custos dos serviços públicos, por forma a monitorizar a utilização e custos e compara-las com os valores projetados;
- Análise de *benchmarking*;
- Cálculo dos custos para alcançar conforto térmico ou iluminação.

3 Ajuste de sistemas de medição dos consumos parciais em edifícios

O ajuste de sistemas de medição dos consumos parciais em edifícios, ou *submetering fine-tuning* consiste na requalificação e melhoramento da estratégia de *submetering* existente no edifício.

Durante o “ciclo de vida” o edifício sofre diversas alterações. Obras, instalação, modificação ou desativação de equipamentos, ou até mesmo alteração dos responsáveis pela manutenção, são exemplos dessas modificações. Todas estas, constituem medidas de evolução do edifício, e podem desatualizar o sistema de *submetering*. O *submetering fine-tuning* opera no sentido de atualizar o sistema de medições parciais do edifício, resolvendo os seus problemas técnicos e indicando possíveis melhorias do mesmo, que poderão ser implementadas ou não, dependendo da decisão do gestor. Além disso, permite uma maior desagregação dos consumos de energia, possibilitando a obtenção de informação mais detalhada sobre os consumos do edifício, que tornará mais fácil a gestão e manutenção deste. O registo de toda a estratégia deve ser efetuado e fornecido ao gestor do edifício, para que possa ser consultado a qualquer instante.

A estratégia tem como limite, o custo da sua aplicação que restringirá o grau de aperfeiçoamento do sistema. Assim, num grande edifício de serviços, em que cada fonte pode alimentar alguns sistemas, como AVAC, iluminação, entre outros, e que cada um deles é constituído por centenas de consumidores finais, aplicar contadores a cada uma destas cargas representaria um cenário ótimo ao nível da informação recolhida sobre os consumos obtidos. No entanto, tal cenário não constitui uma alternativa praticável, pois os custos de implementação seriam extremamente altos.

Este capítulo destina-se a explicar cada uma das fases do método de *submetering fine-tuning* desenvolvido no decorrer da tese, com foco nos consumos energéticos parciais do vetor energético eletricidade. O método é subdividido em fases, nomeadamente, *submetering concept*, *submetering design*, implementação e comissionamento, que serão descritos em detalhe nos próximos subcapítulos.

3.1 Definição dos objetivos da estratégia: *Submetering concept*

Esta fase, também denominada, *submetering concept*, tem como finalidade a definição dos **principais objetivos da estratégia *submetering fine-tuning***, nomeadamente, a **extensão da análise** e que **sistemas** ou subsistemas **deverão fazer parte desta**, doravante designados **indicadores de consumo**. Este passo é de extrema relevância para a estratégia e servirá de base para todo o trabalho de *submetering fine-tuning*.

É importante definir claramente todos os parâmetros relevantes e esclarecer o proprietário do edifício sobre o que consiste a estratégia, quais as suas vantagens e que tipos de entraves e custos lhe estão associados. Sobre os últimos, é importante relembrar que o aumento da qualidade da estratégia está fortemente relacionado com o aumento de capital investido.

Nos subcapítulos seguintes pretende-se, explicitar quais os principais critérios usados na seleção de indicadores, bem como, aprofundar sobre as diferentes subdivisões de consumo, que poderão fazer parte deste tipo de estratégia.

3.1.1 Critérios para definição dos indicadores de consumo da estratégia

Numa análise de *submetering fine-tuning*, as cargas não terão todas a mesma relevância e a sua inclusão na estratégia dependerá do que elas representam no edifício. Considerou-se que, os consumidores energéticos, a avaliar e incluir na estratégia, deveriam estar incluídos em pelo menos um dos seguintes parâmetros:

- **Principal gasto energético do edifício;**
- **Requisito do proprietário ou gestor do edifício;**
- **Potencial de gestão elevado.**

A informação sobre se dado consumidor final se enquadra em algum dos tópicos explicitados anteriormente será adquirida a partir de:

- Resultados de auditorias energéticas e da desagregação praticada na mesma;
- Resultados de contadores pré-existentes;
- Estimativas existentes da altura na génese do edifício;
- Objetivos de *benchmarking*;
- Entre outros.

3.1.2 Indicadores de consumo

Para realizar uma correta e adequada atribuição de contadores de energia é necessário identificar as principais cargas responsáveis pelo consumo energético. Alguns consumos energéticos num edifício de serviço ou comércio dependerão do tipo de atividade exercida nele. No entanto, algumas funcionalidades terão de ser garantidas, independentemente do edifício em estudo, de forma a garantir a iluminação, as condições de conforto, qualidade do ar, e outros requisitos e obrigações.

Sistema AVAC, iluminação e transporte mecânico são normalmente responsáveis por uma grande parte dos consumos energéticos e, tipicamente são indicadores de consumo da estratégia. Nos supermercados e hipermercados será importante considerar o sistema de refrigeração como um dos principais consumidores energéticos. Devido à sua inclusão permanente no parâmetro “principal gasto energético do edifício” será elaborada uma análise mais detalhada sobre os mesmos, permitindo enquadrar melhor estes sistemas.

• Iluminação

O sistema de iluminação é um dos grandes consumidores de energia elétrica em edifícios comerciais, sendo que o seu consumo energético corresponde a mais de um terço do consumo global de energia. Além disso, a dissipação de energia térmica, proveniente da iluminação, aumenta as necessidades de frio, que obrigarão a um maior uso do sistema AVAC (CIBSE guide F 2004). Torna-se assim particularmente relevante encontrar estratégias que permitam minimizar estes consumos.

O uso de lâmpadas mais eficientes, o aproveitamento de zonas de iluminação natural, como por exemplo claraboias, e a implementação de mecanismos de controlo, tal como o controlo horário, são algumas das medidas de poupança energética (CIBSE guide F 2004). Mecanismos de aviso, que alarmem em caso dos consumos medidos serem diferentes dos valores espectáveis, podem ser algumas das medidas de poupança, que o *submetering* possibilite. Para o indicador em particular poderia, por exemplo, informar quando, fora do

horário de funcionamento, o consumo para a iluminação seja idêntico ao do horário de funcionamento de edifício (caso o edifício não esteja operacional 24 horas por dia).

- **AVAC**

O sistema AVAC tem como principal objetivo satisfazer as necessidades de climatização relacionadas com a ventilação, aquecimento e ar condicionado, de forma a garantir as condições de conforto no edifício (temperatura, humidade, renovação e pureza do ar) (Trane). Os grandes edifícios de serviços possuem, normalmente, um sistema de climatização centralizado, isto é, o equipamento requerido para a produção de água fria ou calor é responsável por satisfazer as necessidades de todo o edifício, sendo o abastecimento efetuado através de uma rede de condutas/tubagens (Silva 2009).

Aplicar o *submetering fine-tuning* a este sistema é particularmente relevante. Isto, porque os equipamentos destinados à climatização e tratamento de ar estão localizados em pontos afastados da zona a climatizar, zonas técnicas. Em caso de funcionamento irregular (ineficiente) de um equipamento, por exemplo uma bomba, a análise do seu consumo energético deteta rapidamente o problema. A correta realização de um *submetering fine-tuning* neste sistema dependerá da caracterização adequada de todos os consumos relevantes relacionados com o mesmo. Isto implica conhecer os diferentes constituintes de um sistema AVAC típico para grandes edifícios de serviços.

Sucintamente poderá desagrupar-se o sistema AVAC em três subsistemas:

- **Unidades de tratamento e distribuição do ar**

Destinadas a climatizar e tratar o ar a insuflar no edifício, estas unidades são constituídas por um ou mais filtros, que garantem a limpeza do ar, por ventiladores, para a distribuição do mesmo pelas condutas e por permutadores de calor, que consoante os requisitos do espaço a climatizar, arrefecem ou aquecem, humidificam ou desumidificam o ar. São exemplos destas unidades as UTA'S e as UTAN's (luxmagna). A principal diferença entre as duas unidades atrás mencionadas deriva do tipo de ar a tratar. Numa UTAN o ar a tratar é totalmente novo (proveniente do exterior) e numa UTA o ar a tratar resulta de uma mistura entre ar novo e ar recirculado (proveniente do interior do edifício) ou só ar recirculado. (Argelo)

- **Unidade de “produção” de água fria**

Estes sistemas têm como funcionalidade arrefecer água, de modo a que esta, permita extrair calor e humidade ao ar. Na Figura 5 encontra-se o esquema base de uma unidade de produção de água fria. A água, proveniente da unidade de distribuição e tratamento do ar, é refrigerada pelo *chiller*. O *chiller* poderá ser de dois tipos, nomeadamente compressão ou absorção.

Os *chillers* de absorção utilizam um processo termoquímico para produzirem água gelada recorrendo a um solução de um sal, como por exemplo o brometo de lítio, e calor, obtido por queima direta de combustível ou indireta, usando vapor de baixa pressão quente. São, por isso, muitas vezes integrados em edifícios que tenham sistemas de cogeração. Nos *chillers* de compressão usa-se um compressor alimentado por um motor para a produção de água fria. O consumo de energia elétrica num *chiller* de absorção é cerca de 10% do consumo de um *chiller* de compressão, no entanto, o último possui um rendimento mais elevado (CEEETA)

A energia removida pelo *chiller* será transferida para um outro ciclo de água que, com recurso a uma bomba (designada **bomba de condensação**), será dissipada numa **torre de arrefecimento**.

Em edifícios de grande dimensão, as linhas de transporte de água corrente têm dimensões consideráveis e a existência de mais que um *chiller* e torre de arrefecimento não é prática incomum. A rede de circulação da água é dividida em duas zonas com funções diferentes. A primeira destina-se à “produção” de água fria, ou seja, corresponde ao circuito que a água percorre para obter as características requisitadas. Nesse circuito, a circulação da água ficará ao encargo de bombas com a designação de **bombas primárias**. Após ter sido arrefecida, a água irá até ao barramento, onde aguarda até ser distribuída - segunda zona da rede. A distribuição recorre também a bombas para movimentar a água até às unidades de tratamento e distribuição do ar, que terão a designação de **bombas secundárias**.

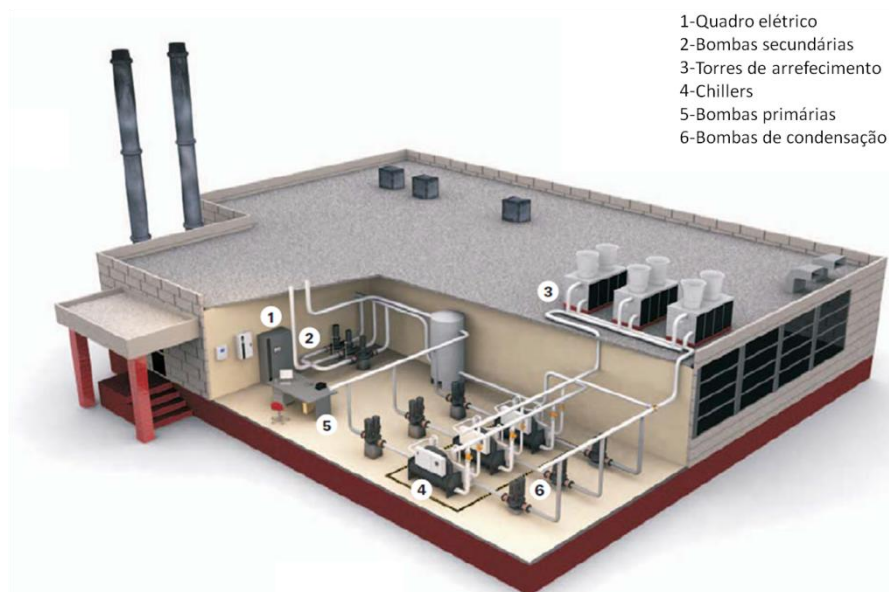


Figura 5 - Constituição de uma unidade de produção de água fria (Trane).

○ Unidade de “produção” de água quente

Estes sistemas têm como funcionalidade aquecer a água, de modo a que esta, permita fornecer calor e humidade ao ar. A água, normalmente, é aquecida por uma caldeira e transportada por uma rede semelhante à de produção de água fria, contendo **bombas primárias** e **secundárias**. Os equipamentos com consumo energético a considerar serão as bombas (energia elétrica) e a caldeira (combustível).

• Transporte mecânico

Por transporte mecânico entende-se todo o mecanismo que permita o transporte de pessoas e cargas dentro do edifício. Segundo a CIBSE (Butcher 2010), o consumo destas cargas podem atingir entre 5% a 15% do consumo global do edifício, dependendo da tipologia do mesmo e dos equipamentos instalados. As suas principais funcionalidades centram-se em garantir um transporte mais fácil de pessoas, permitindo maior fluidez na circulação e a deslocação equitativa de pessoas com mobilidade reduzida, permitindo uma igual acessibilidade para todos os ocupantes do edifício. Os principais tipos de transportes mecânicos num edifício são os elevadores, escadas e passarelas rolantes e monta-cargas (para o transporte de cargas) (Butcher 2010).

Os **elevadores** e **monta-cargas** realizam o transporte vertical de pessoas e cargas, respetivamente. Podem classificar-se em elétricos ou hidráulicos consoante o tipo de energia fornecida para a conversão mecânica, Figura 6(a) e Figura 6(b). Os elevadores elétricos utilizam **motores elétricos** para realizarem o movimento vertical sem restrições de velocidade

ou distância máxima. O seu principal problema é a necessidade de espaço. Uma opção para contornar este problema é instalar elevadores do tipo *machine room-less*, apesar da gama de distâncias e velocidades ser limitada. A utilização de elevadores hidráulicos, em que o movimento é causado por diferenciais de pressão num fluido, é também uma alternativa de resolução do problema do atravancamento dos elevadores elétricos. Nos elevadores hidráulicos a energia é fornecida ao fluido por uma **bomba**. A velocidade e distância máxima, tal como na opção anterior, ficam reduzidas a valores máximos de 1m/s e 18m, respetivamente (Butcher 2010). Os elevadores também terão consumos relativos à ventilação, aquecimento, arrefecimento e iluminação do espaço, mas, o consumo relacionado com o movimento será o principal consumidor.

As **passadeiras** e **escadas rolantes**, que usualmente funcionam em regime contínuo, usam um **motor elétrico** para realizarem o movimento, Figura 6 (c). Embora possuam outros elementos que requerem energia será o motor, o principal consumidor energético.

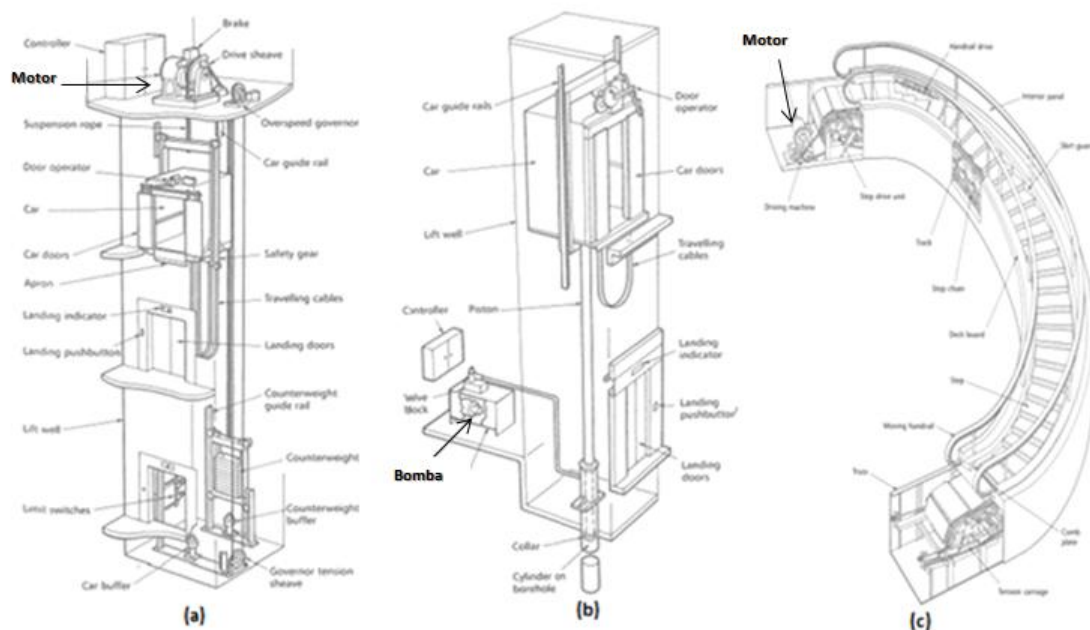


Figura 6 - Diferentes tipos de transporte mecânico: (a) elevador elétrico; (b) elevador hidráulico; (c) escadas rolantes; (Butcher 2010).

• Refrigeração

O sistema de frio nos supermercados e hipermercados é responsável por cerca de 50% dos consumos energéticos. Em sistemas destinados à refrigeração, os componentes responsáveis pela maioria dos consumos elétricos são: as câmaras frigoríficas, móveis e central, sendo que a última é constituída pelo condensador e compressor. (Oliveira 2012)

3.1.3 Zonamento

Desagregar os consumos por zonas, pisos, ou alas pode constituir uma vantagem na estratégia, permitindo aplicar mecanismos de controlo, por exemplo, a pontos com horários de funcionamento comuns ou iguais consumos. Esta desagregação torna-se particularmente relevante em edifícios cujas instalações sejam divididas por mais que uma entidade diferente, permitindo estimar o consumo energético de cada uma das partes. A este tipo de desagregação será atribuída a designação de **zonamento**.

3.2 Planeamento da estratégia: *Submetering design*

O planeamento da estratégia, ou, *submetering design* põe em prática as imposições e requisitos definidos pelo *concept*, pretendendo encontrar resposta para o problema das contagens parciais que garanta a máxima qualidade nos resultados obtidos com o mínimo custo associado.

Inicialmente será necessário compreender como é composta a rede elétrica do edifício, quais e onde estão os quadros elétricos que compõem a rede, bem como, as cargas que estes alimentam. Deste levantamento resulta o **mapa de disjuntores** (subcapítulo 3.2.2) que constituirá a ferramenta guia para toda a restante análise.

A estratégia tem como mote a obtenção de medições com a melhor qualidade e menor custo possível. Para avaliar a qualidade da estratégia de medição foram desenvolvidos **indicadores da qualidade de medição** (subcapítulo 3.2.3) e de **custos** (subcapítulo 3.2.4). O *submetering design* terá como base estes indicadores na definição de uma estratégia de contagem de consumos parciais, para cada um dos indicadores de consumo definidos no *concept*.

Para cada indicador de consumo, deve ser associado um **mapa de quadro** (lista de quadros, disjuntores e contadores associados ao mesmo, ver detalhes no subcapítulo 3.2.6) e respetivas **tabelas de ruído** (lista de todas as cargas, que não são indicadores de consumo mas que o seu consumo esteja a ser medido como sendo do indicador, ver detalhes no subcapítulo 3.2.7). Estes, permitem caracterizar o estado do edifício, fornecendo as informações necessárias para o cálculo dos indicadores de qualidade de medição. Cada alternativa proposta deverá ser esquematizada numa “**árvore**” **de contadores** (indica como deverão ser agrupados os contadores da estratégia para que os seus consumos possam corresponder aos consumos pretendidos, ver subcapítulo 3.2.8). Cada uma destas ferramentas é explicada em detalhe nas secções seguintes

3.2.1 Mapa de disjuntores - Contextualização

Conforme referido, o mapa de disjuntores é o resultado do levantamento de toda a informação referente á rede elétrica do edifício. Para que se possa compreender, de uma forma mais explícita, os diferentes parâmetros da ferramenta será necessário contextualizar a mesma, sendo este o propósito desta secção.

A energia elétrica passa por diversas etapas antes de atingir o consumidor final, como se poderá ver pela Figura 7.

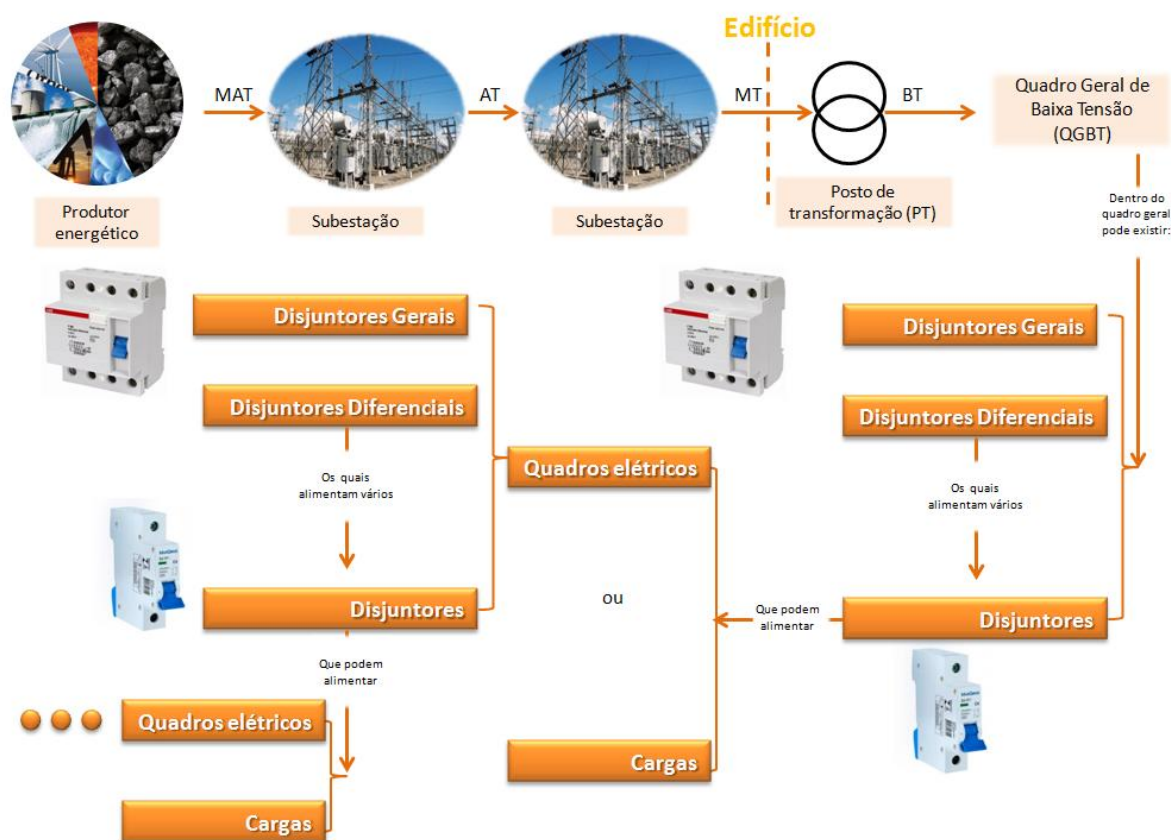


Figura 7 - Percurso da energia elétrica até ao consumidor final (Times 2015), (PE Desenvolvimento 2012), (Eduardo 2012), (Margirios).

Partindo de fontes energéticas de carácter renovável (como o vento, sol) ou não renovável (como o petróleo ou urânio) a energia primária é transformada em energia elétrica de muito alta tensão AC, que é transportada pela rede de transporte até próximo das localidades consumidoras. Em cada uma das subestações esta tensão é transformada, tomando valores menores até chegar ao edifício. A rede elétrica nacional fornece energia por um sistema trifásico com frequência de 50 Hz. O sistema trifásico reduz a pulsação da potência, consequência da alimentação em AC e permite um transporte com menos perdas. (Quintas and Abreu 2014).

O nível de tensão recebido no edifício, a partir da rede elétrica de distribuição pública, tem em conta critérios técnicos e económicos, tais como, a qualidade do serviço e custos (iniciais e de manutenção) que retratam a potência contratada pelo consumidor (EDP 2011). A potência contratada não poderá ser superior à requisitada (potência que a rede deve conseguir alimentar, e para a qual a rede é concebida) nem inferior a 50% da potência instalada (EDP 2011), (ERSE -Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos 2011). A Tabela 6 resume os tipos de tensões e potências contratadas, no caso da EDP.

Os edifícios em que o *submetering fine-tuning* é aplicado recebem, tipicamente, energia a média tensão. Esta terá postos de transformação de média tensão de serviço Público (PTD) e particular (PTC) na receção de energia (EDP 2011). No posto de transformação, a tensão passa de média para baixa tens e segue para alimentar o quadro geral de baixa tensão, (QGBT) que distribui a energia para a rede elétrica do edifício.

Tabela 6 - Tipos de tensões e potências contratadas (EDP)

Designação	Tensão	Potência
BTN	$\leq 1 \text{ kV}$	$\leq 41,4 \text{ kVA}$
BTE		$>41,4 \text{ kVA}$
MT	$1 \text{ kV} < \text{MT} \leq 45 \text{ kV}$	$\leq 10 \text{ MVA}$
AT	$45 \text{ kV} < \text{MT} \leq 110 \text{ kV}$	$>10 \text{ MVA}$

A rede elétrica num edifício é constituída por um conjunto de quadros elétricos, equipamentos de medida, corte, comando e proteção, pela rede de cabos elétricos e outros dispositivos auxiliares, que permitem a interligação da entrada de energia com os recetores finais. Por vezes o edifício contém mais que uma ligação à rede, consequência da sua magnitude (EDP).

O QGBT, como os restantes quadros elétricos, é constituído por um conjunto de **disjuntores**. Os disjuntores são interruptores de potência, a montante da carga a alimentar, com funções de comando e proteção contra sobreintensidades. As sobreintensidades podem ser sobrecargas, quando resultam de um aumento ligeiro da corrente de funcionamento, ou curto-circuitos, quando a corrente de funcionamento atinge valores muito elevados, consequência de uma falha elétrica. Têm na sua constituição um relé com órgãos de disparo e corte, assim como meios de extinção do arco elétrico. O tipo mais comum de disjuntor é o magneto-térmico, que garante proteção por ação térmica e magnética. A ação magnética é uma ação rápida e destina-se à proteção contra curto-circuito. É alcançada com recurso a uma bobina que face a uma alteração significativa de corrente cria um campo magnético que corta a corrente elétrica. A ação térmica usa uma lâmina bimetálica que face ao aumento da corrente vai aquecendo e deformando progressivamente o material, até acionar o disparo do disjuntor. Esta ação de proteção é lenta e indicada para sobrecargas. Os disjuntores são selecionados de acordo com o número de contactos, corrente nominal ou calibre e características de disparo (Quintas and Abreu 2014) (Gerin 2003).

O seu dimensionamento tem em conta a proteção contra a sobrecarga e curto-circuito. A proteção contra a sobrecarga é obtida definindo limites para o calibre e para a corrente convencional de funcionamento, considerando as necessidades de corrente da carga a alimentar e os valores máximos de corrente que dada ligação pode suportar (Matos 1996).

Torna-se relevante explicar cada um dos conceitos atrás mencionados antes de serem clarificados os critérios de dimensionamento. Assim sendo, o **calibre** de um disjuntor, também designado de corrente nominal, é a corrente normal de funcionamento, ou em linguagem técnica, a corrente eficaz em regime contínuo que garante a condução indefinida da corrente sem elevação de temperatura (Gerin 2003). Este conceito toma especial relevância no *submetering design*, nomeadamente no cálculo dos indicadores de qualidade da medição. Isto porque, normalmente não se conhece o consumo real de cada equipamento e assume-se, como medida do consumo, a corrente elétrica que serve dado equipamento. Como o calibre do disjuntor traduz a corrente de funcionamento do circuito, o seu valor é usado como indicador da dimensão da carga e potencial consumo, permitindo avaliar a importância da inclusão de contador para sua monitorização. O calibre influenciará ainda a escolha de equipamentos de medição apropriados que dependerão deste dado (capítulo 3.3.1).

A **corrente convencional de funcionamento** da proteção é definida como o valor da corrente que, dentro de um intervalo de tempo determinado, provocará a atuação do disjuntor. As **necessidades de corrente**, requeridas por uma dada carga, podem ser calculadas de acordo com as características da mesma. A corrente obtida terá a designação de **corrente de serviço ou projeto**, sendo usada na maioria dos cálculos de dimensionamento como ponto de referência. A **corrente máxima admissível no sistema** depende do cabo elétrico usado no transporte da corrente. Esta será calculada de acordo com as informações dos fabricantes dos cabos elétricos e eventuais correções originadas pelas condições locais e de montagem.

Os **critérios referentes à sobrecarga** são definidos nas equações 3.1 e 3.2.

$$I_s \leq I_n \leq I_z \quad (3.1)$$

$$I_f \leq 1.45 I_z \quad (3.2)$$

Onde:

I_n é o calibre do disjuntor,

I_s é a corrente de serviço ou projeto,

I_z é a corrente máxima admissível no sistema, e

I_f a corrente convencional de funcionamento da proteção.

As condições referentes ao curto-circuito focalizam-se no poder de corte do disjuntor e no tempo decorrido até ao disparo. Relativamente ao **tempo de disparo** será necessário garantir que o mesmo é menor que o tempo de fadiga térmica dos cabos. Este pode ser calculado pela equação 3.3.

$$t_{FT} = \left(K \frac{S}{I_{CC}} \right) \quad (3.3)$$

Onde:

t_{FT} é o tempo de fadiga térmica dos cabos,

S , é a secção do cabo,

I_{cc} é a corrente mínima de curto-circuito, e

K , é um parâmetro que caracteriza o tipo de cabo.

A corrente mínima de curto-circuito é calculada no ponto mais afastado do cabo e corresponde à situação mais desfavorável. Independentemente deste critério, o tempo até à atuação, não poderá exceder os 5 segundos. O cabo terá ainda de suportar os efeitos térmicos da passagem de corrente durante o curto-circuito e até o disjuntor atuar. Para isso será necessário que a curva admissível do cabo seja inferior à curva característica do disjuntor para todas as correntes de curto-circuito. Na prática, basta garantir que o tempo de disparo do disjuntor seja menor que o ponto de interseção das duas curvas como exemplificado na Figura 8 (Gerin 2003) (Matos 1996).

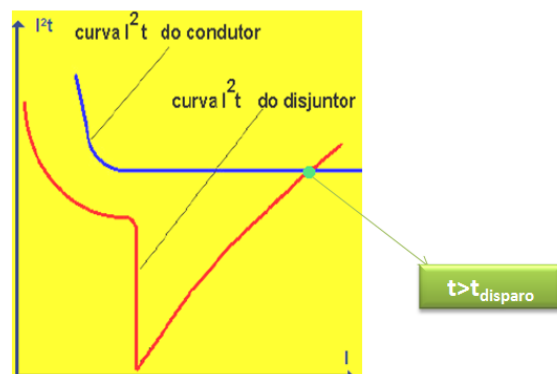


Figura 8 - Curvas de disparo e curva admissível do cabo (Gerin 2003).

Por fim, o **poder de corte do disjuntor**, corrente máxima suportada por este, terá de ser maior que a corrente mínima de curto-circuito (Mikalaiunas 2007).

A instalação terá ainda de garantir proteção contra correntes de fuga à terra, e assegurar assim a proteção de pessoas e do edifício. Esta é alcançada pelo uso de interruptores diferenciais (GE Industrial Solutions 2014). Os disjuntores podem atuar sobre a globalidade de um quadro elétrico (disjuntor para corte geral), sobre um conjunto de cargas ou apenas sobre uma carga.

Grande parte dos quadros elétricos são alimentados por corrente elétrica proveniente de outro quadro, formando uma rede de alimentação. De forma a compreender facilmente as ramificações de cada um dos quadros elétricos recorre-se ao conceito de níveis de quadro, Figura 9.



Figura 9 - Níveis dos quadros elétricos (Andy sa representações).

Sucintamente, considera-se que o nível do quadro é tanto maior por quantos mais quadros a corrente que o alimenta tenha passado. Deste modo, quadros alimentados diretamente pelo posto de transformação, também com a designação de QGBT como visto anteriormente, ocupam o nível um e os quadros elétricos que este alimenta, também chamados de “filhos”, ocupam o nível dois. Os quadros “filho” do nível dois ocupam o nível três e assim sucessivamente. Esta informação é particularmente importante no *submetering design*, permitindo a fácil classificação dos quadros.

A potência fornecida pela rede elétrica, também designada **potência aparente**, não se destina toda a mesma função. É composta por dois tipos de potência: **potência ativa** e **reativa**. A potência ativa é responsável pela realização de trabalho do equipamento, potência útil, e a potência reativa permite manter os campos eletromagnéticos das cargas indutoras, tais como, motores ou transformadores, essenciais ao seu funcionamento (energia reativa indutiva). A Figura 10 retrata a relação entre potência ativa, reativa e aparente. O **fator de potência** é a razão entre a potência ativa e a potência aparente e indica a percentagem de potência total fornecida que é usada como potência ativa. Quanto mais elevado for este fator (mais este se aproximar de 1), menor a energia reativa consumida e mais eficiente é o uso da energia (EDP 2004). Um dos parâmetros do comissionamento, explicado em detalhe no subcapítulo 3.3.3, consiste na verificação destes parâmetros.

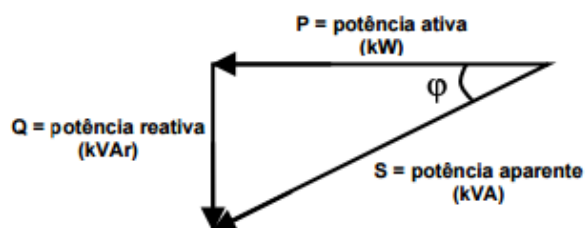


Figura 10 - Relação entre potência ativa, reativa e aparente (EDP 2004).

O aumento da potência reativa, e consequente aumento da potência aparente, trás alguns inconvenientes. Nas redes elétricas ocorrem dissipações de energia sobre a forma de calor que são proporcionais ao quadrado da corrente que nela circula. Um aumento da energia reativa, origina um aumento na energia aparente. Como se sabe, quanto maior for a energia requerida, maior será a intensidade de corrente que passa pelos cabos, assim, um aumento de energia gera um aumento da dissipação de energia. O aumento da percentagem de perdas com o aumento da energia reativa pode ser verificado na Figura 11(EDP 2004).

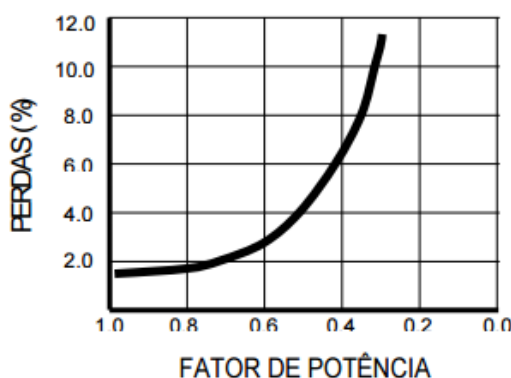


Figura 11- Relação entre a dissipação de energia e o fator de potência (EDP 2004).

O aumento da intensidade de corrente tem ainda outros efeitos nefastos. Elevadas correntes originam elevadas quedas de tensão, que podem causar a interrupção do fornecimento da energia elétrica, assim como, sobrecarga de alguns elementos de rede. Este cenário é particularmente visível nos períodos de forte solicitação da rede. A sobrecarga, pode ainda, condicionar a instalação de novas cargas, obrigando a investimentos desnecessários(EDP 2004).

O valor da corrente reativa pode ser minimizado pela instalação de baterias de condensadores (também denominado capacitor), Figura 12, que atuam como um compensador de energia reativa, isto é, a energia reativa passa a ser fornecida pelo condensador (EDP 2004).

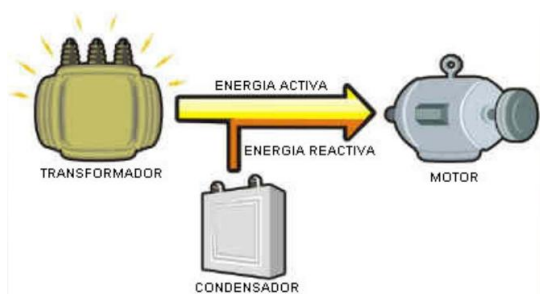


Figura 12 – Representação da funcionalidade do condensador (Serrano and Cunha 2009).

Quando algum equipamento é desligado, o condensador deverá ser também desligado, para evitar o fornecimento de energia reativa á rede (energia reativa capacitiva), igualmente prejudicial. Assim, os valores de fator de potência deverão ser equilibrados (EDP 2004). A energia reativa consumida fora das horas de vazio, assim como, a energia reativa capacitiva, são cobradas ao consumidor a partir de determinados valores do fator de potência (EDP

2004). Assim, recomenda-se que o fator de potência esteja por volta dos -0,92 e os 0,92 (EDP 2004).

3.2.2 Mapa de disjuntores

O mapa de disjuntores é um documento que regista ou planifica os quadros elétricos de um edifício. Por outras palavras, é o resultado do levantamento de todos os quadros elétricos do edifício, da sua localização e que disjuntores se encontram no mesmo, assim como, as cargas que lhe são associadas.

Numa primeira fase, realiza-se o levantamento de todos os quadros elétricos, disjuntores e contadores do edifício, procedendo-se à visita dos mesmos. Para auxiliar este processo recorre-se, tipicamente, ao projeto da instalação elétrica do edifício, à equipa de manutenção do edifício ou ao *software* de gestão, por exemplo, à lista de quadros elétricos.

É importante referir que este levantamento não é estanque e, caso surjam dúvidas, estas deverão ser esclarecidas com uma nova visita ao edifício.

Terminada a fase anterior, procede-se a elaboração do mapa de disjuntores. Antes de mais, deverá ser referido que cada linha do mapa de disjuntores retém informação sobre um disjuntor, e os diversos parâmetros que o caracterizam. Estes, encontram-se discriminados na Figura 13, e serão explicados de seguida.

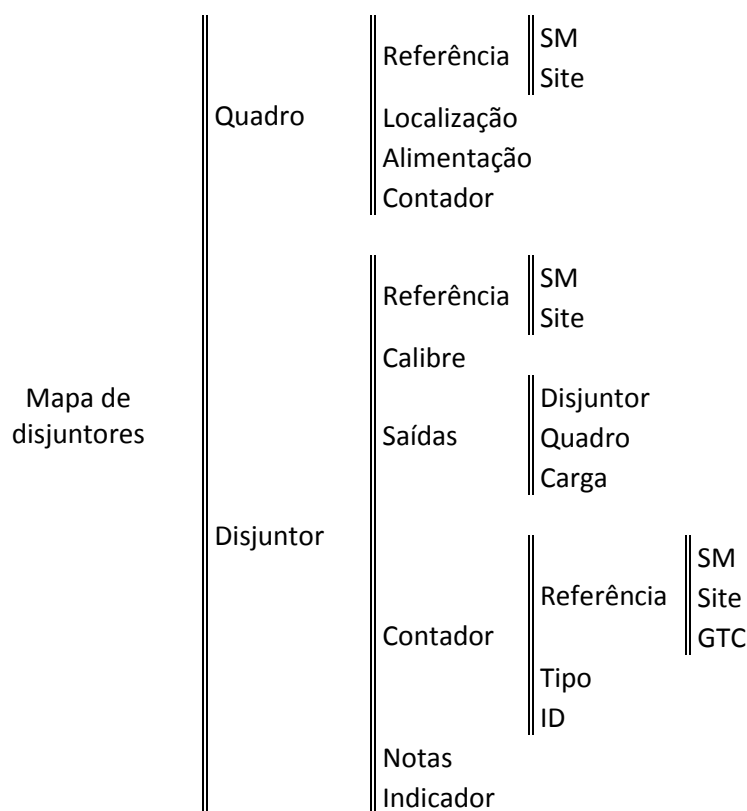


Figura 13 - Representação dos diversos parâmetros que constituem o mapa de disjuntores.

Informação referentes ao parâmetro “Quadro”

Nos parâmetros associados ao “Quadro” estarão discriminadas as informações sobre o quadro elétrico ao qual pertence o disjuntor considerado.

Referência: A referência indica a designação do quadro em questão. A referência “Site” é a referência local do quadro e pela qual o mesmo é conhecido pela equipa de manutenção do

edifício. A “SM” é a designação atribuída pelo consultor, designação esta que deve dar informação sobre o nível de alimentação do quadro, tema abordado no subcapítulo 3.2.1.

Localização: Regista a localização espacial do quadro no interior de edifício;

Alimentação: Indica de que local provém a corrente elétrica que alimenta o quadro.

Contador: Cada quadro pode ter a montante um contador que regista os seus consumos energéticos. Assim, neste campo regista-se a referência SM do mesmo.

Informações referentes ao parâmetro “Disjuntor”

Para facilitar a caracterização dos disjuntores, considera-se que os mesmos se podem subdividir de acordo com a posição no quadro elétrico. Considera-se, para efeitos de *submetering*, que os disjuntores podem ser gerais, diferenciais ou sub-gerais e normais. Os **disjuntores gerais** são disjuntores em série com a alimentação do quadro, que permitem cortar o fornecimento de energia elétrica no mesmo. Os **disjuntores diferenciais** são disjuntores, cuja corrente que por eles passa, se destina a vários **disjuntores normais**. Os últimos, alimentam cargas que poderão ser quadros ou consumidores finais. O preenchimento do mapa de disjuntores será ligeiramente diferente para cada um dos tipos de disjuntores, atrás apresentados.

Referências: Tal como nos quadros, haverá também um campo para a designação local e para a designação atribuída pelo consultor. A última pretende fornecer informações sobre a divisão referida anteriormente;

Calibre: O calibre do disjuntor indica a capacidade do mesmo e, como abordado no subcapítulo 3.2.1, utiliza-se para avaliar se o consumo da carga é significativo para a análise;

Saídas: O preenchimento deste campo dependerá do tipo de disjuntor considerado. Assim para:

- **Disjuntores gerais**: nenhuma das colunas de saída será preenchida;
- **Disjuntores diferenciais**: será preenchida a coluna “disjuntores”, registando-se a referência SM dos mesmos, um por cada linha. Assim, um disjuntor diferencial terá tantas linhas dedicadas quanto o número de disjuntores normais que possui;
- **Disjuntores normais** tanto se poderá preencher a coluna “quadro” como a coluna “carga”, sendo que no primeiro caso se regista a referência SM do quadro, e no segundo se identifica a carga que o disjuntor alimenta;

Contador: De uma forma análoga aos quadros, o disjuntor poderá conter a montante um contador que contabiliza o consumo de energia que por ele passa. A sua caracterização ocorrerá nesta fase do registo e terá os seguintes parâmetros:

- Referência: A referência “Site” é a referência local do contador, a “SM” a designação atribuída pelo consultor e a “GTC” a designação, e caso exista, do contador na GTC;
- Tipo: Os contadores a usar na estratégia de *submetering* terão de ver cumpridas algumas especificações de modo a poderem ser usados. Estas especificações podem ser consultadas no subcapítulo 3.3.1. Este parâmetro permite esclarecer acerca da viabilidade do contador na estratégia de *submetering*, ou seja, se o mesmo poderá ser usado ou terá de ser substituído;
- ID: número que caracteriza o contador na GTC;

Notas: Este parâmetro permite registar qualquer informação ou especificação que não esteja contida nos tópicos anteriores. Por exemplo, permite registar em caso de determinada carga não se encontrar operacional;

Indicador: O **indicador de consumos** constitui um dos campos mais relevantes do *submetering design*. Este tipifica a carga, indicando se a mesma faz parte de um sistema ou

subsistema relevante e qual o sistema em questão. Cada edifício terá uma lista de indicadores própria definida no *submetering concept* (subcapítulo 3.1).

3.2.3 Indicadores de qualidade da estratégia

Colocar contadores para medir todos os disjuntores de cargas consideradas relevantes pode tornar-se extremamente caro. O aproveitamento de contadores, para medir o consumo do indicador, permite uma maior economia. No entanto, os consumos obtidos poderão não representar exatamente o consumo do equipamento ou carga pretendida.

Serão necessários critérios para delimitar estas aproximações de forma a que as mesmas não se traduzam em resultados muito diferentes dos reais. Estes critérios são a **representatividade** e **ruído** que constituem **indicadores de qualidade** da estratégia.

Os critérios devem ser calculados recorrendo ao calibre do disjuntor (conforme explicado no subcapítulo 3.2.1). Quando tal não é possível, deverá ser usado, o número de disjuntores no cálculo dos indicadores de qualidade, que corresponderá a uma aproximação mais grosseira.

- **Representatividade**

A **representatividade** permite avaliar a quantidade de cargas de indicador de consumo abrangidas pela estratégia. Explicitando melhor, a representatividade indica a percentagem de cargas do indicador de consumo que são incluídas na estratégia de *submetering fine-tuning*. O seu valor é calculado com recurso à equação 3.4

$$Representatividade(\%) = \frac{\sum I_{ne}}{\sum I_{ni}} \times 100 \quad (3.4)$$

Onde:

I_{ne} , calibre do disjuntor da carga do indicador de consumo abrangido pela estratégia, e

I_{ni} , é o calibre do disjuntor da carga do indicador

Por exemplo, num indicador que contenha um total de 100 A de calibre e apenas seja medido o consumo de 50 A, a representatividade será de 50%.

Procura-se que este valor seja maximizado tendo em consideração as cargas que, não sendo indicadores de consumo, possam estar a ser medidas. Por exemplo, num quadro elétrico com um contador a montante, que tenha disjuntores que alimentam cargas de iluminação, AVAC e todas as cargas do transporte mecânico, considerar que o contador elétrico do quadro poderia avaliar ou fornecer informações sobre o consumo do transporte mecânico, por ter uma representatividade de 100%, seria *á priori* incorreto e irreal, uma vez que as outras cargas poderiam consumir tanta ou mais energia que o próprio transporte mecânico. Para contornar situações como a do exemplo acima descrito, estabeleceu-se um critério para avaliar o impacto do mesmo, o ruído.

- **Ruído**

O **ruído** está relacionado com a quantidade de cargas, que embora não pertençam ao indicador em análise, estejam a ser incluídas na estratégia. Calcula-se de acordo com a equação 3.5.

$$Ruído(\%) = \frac{\sum I_{ruído}}{\sum I_{ne}} \times 100 \quad (3.5)$$

Onde:

I_{ne} , calibre do disjuntor da carga do indicador de consumo abrangido pela estratégia, e

$I_{ruído}$, corresponde ao calibre dos disjuntores de ruído

Fora do domínio de ruído, ficam as cargas com a designação de “reservas”. As reservas são circuitos de reserva (espaço) projetados para possibilitar ampliações futuras na instalação elétrica interna (Gonçalves 2014). Assim, constituem cargas que não alimentam nenhum equipamento e cujo consumo elétrico é nulo.

Em certas tipologias de edifícios as tomadas não serão consideradas ruído, devido ao caráter pontual do seu uso, sendo que o último toma a designação de **ruído aparente sem tomadas**.

3.2.4 Análise económica

A par da maximização da qualidade dos resultados pretendidos, o *submetering design* deverá ter em conta a minimização dos custos da estratégia, que podem ser dependentes ou não do número de contadores a implementar. O aproveitamento de contadores existentes permite minimizar a componente variável do custo de implementação, resultando num menor custo total. O orçamento, que deverá representar o valor máximo de custo da implementação da estratégia, deverá ser apresentado e aprovado pelo proprietário do edifício que decidirá se aplicará a globalidade da estratégia, apenas parte desta ou mesmo nenhuma.

Com o intuito de controlar os custos da estratégia, de forma a que os mesmos não ultrapassem valores demasiado elevados, definiu-se um indicador de custo: *rating*.

- **Indicador de custo: *Rating***

O *rating* permite avaliar se o investimento com a estratégia se justifica face ao consumo energético dos sistemas a ele aplicados. É calculado de acordo com a expressão matemática definida pela equação 3.6.

$$Rating(\%) = \frac{C_{implementação}}{C} \times 100 \quad (3.6)$$

Onde:

$C_{implementação}$, é o custo de implementação da estratégia de *submetering fine-tuning*, e

C , é o consumo energético anual com o vetor energético abrangido na estratégia

Os valores de *rating* permitem comparar o custo de implementação da estratégia com o consumo energético anual. Valores de *rating* baixos, indicam que será necessário investir pouco para medir um consumo elevado.

O indicador de custo pode ser aplicado sobre a globalidade dos sistemas, ***rating global***, ou sobre o **consumo individual de um sistema**. O último pretende fornecer o custo da implementação da estratégia se apenas fosse considerado o indicador de consumo em causa.

Embora a decisão final dependa, única e exclusivamente, do cliente, deverá ser procurado minimizar o valor de *rating*. Conforme referido no subcapítulo 2.2.2, as poupanças em consequência do *submetering* rondam a ordem dos 5% a 10% do consumo energético. Assim, e embora não constitua uma regra rígida, os valores de *rating* não deverão ultrapassar esses valores.

3.2.5 Estratégias para obtenção de consumos

Um determinado consumo pode ser obtido por soma ou subtração do consumo dado por cada contador. É intuitivo perceber a relevância de somar os consumos dos contadores. Estes permitem aglutinar consumos medidos pelos diversos contadores, e assim, obter o consumo de um indicador de consumo. Por exemplo, para o caso apresentado na Figura 14, a única forma de obter informação sobre o consumo total da iluminação de *mall* será somar os consumos medidos por cada um dos contadores.

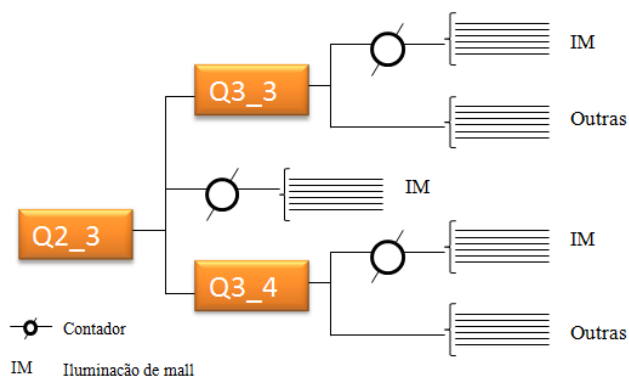


Figura 14- Exemplo de instalação de contadores 1.

A subtração de contadores permite subtrair a um consumo mais abrangente, os consumos que não são relevantes para obter o consumo pretendido com menor ruído. Considere-se como exemplo a Figura 15, em que se pretende obter o consumo da iluminação de *mall*. Poderia ser instalado um contador na posição A, para obtenção do indicador de consumo em estudo. No entanto pela subtração de contagens, ou seja, subtraindo ao consumo do contador B os consumos dos contadores C e D, é possível obter o mesmo resultado sem instalar nenhum contador.

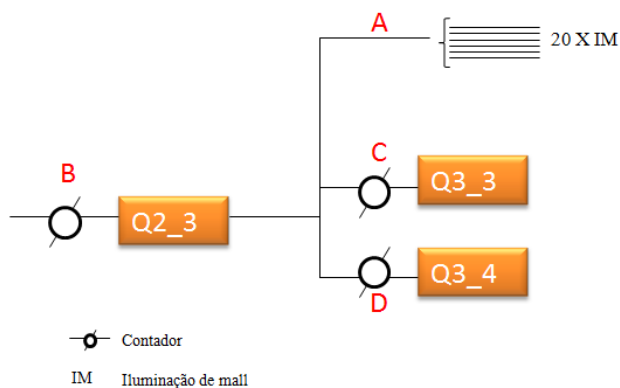


Figura 15 - Exemplo de instalação de contadores 2.

Instalar um contador a montante de um quadro, de um disjuntor diferencial ou de um disjuntor normal que alimenta uma carga não terá a mesma relevância na estratégia. Isto porque, quanto mais a montante um contador for instalado, maior o consumo medido por este, e em certas circunstâncias, como a apresentada na Figura 16, pode significar uma diferença significativa no número de contadores novos, que serão necessários na estratégia. A Figura 16 esquematiza um disjuntor diferencial que alimenta uma série de disjuntores, cujas cargas são de iluminação de *mall*. Medir o consumo com um contador, aplicado no disjuntor diferencial, ou com 6, em cada um dos disjuntores normais, não representa nenhuma variação em termos de qualidade da medição. Todavia, em termos de custos, o valor gasto na alternativa A seria bastante superior ao gasto na alternativa B.

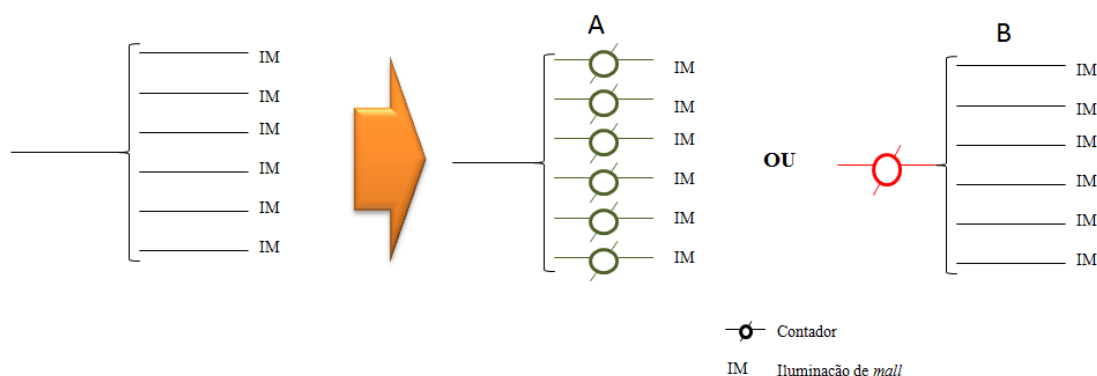


Figura 16 - Exemplo de instalação de contadores 3.

É claro que a aplicação de contadores, o mais a montante possível, tem limitações. Isto porque, na grande maioria dos casos, o disjuntor diferencial ou o quadro elétrico não alimenta cargas correspondentes a um único indicador de consumo. No exemplo esquematizado pela Figura 17, a medição do consumo das cargas de iluminação de *mall*, representado na figura pelo número 1, pelo contador representado pelo número 2, não traria resultados realistas, uma vez que o ruído medido pelo contador seria superior ao consumo da carga. Nesta situação em particular, terá de ser tido em conta o peso da carga no indicador total para decidir que atitude tomar, ou instalar um contador para medir o consumo ou excluir a carga da análise.

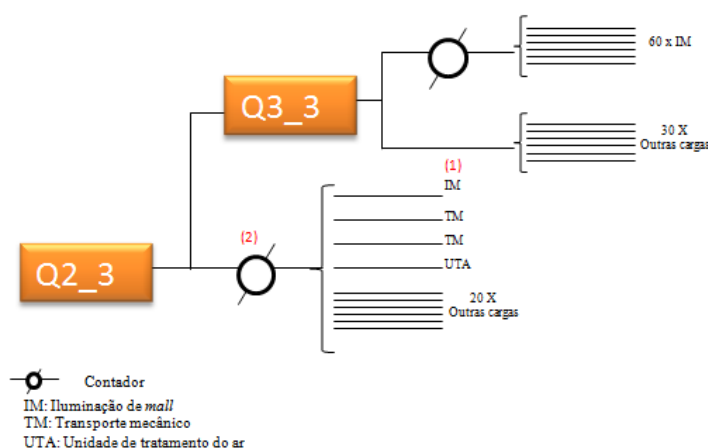


Figura 17 - Exemplo de instalação de contadores 4.

O ruído é calculado tendo em conta o calibre do disjuntor. Esta aproximação assume que o equipamento está a receber energia em regime contínuo, o que nem sempre se verifica, como no caso das tomadas. Além disso, alguns equipamentos podem encontrar-se inoperacionais, ou desligados permanentemente. Este tipo de informação não poderá ser deixada de parte durante a estratégia, sendo por isso importante avaliar qualitativamente a carga. A Figura 18 ilustra um caso, em que instalar um contador apenas pelo calibre pode constituir um erro. No caso exemplificado, pretende-se medir o consumo da iluminação de *mall*. As alternativas possíveis seriam, ou instalar contadores novos em cada um dos seis disjuntores de iluminação de *mall*, ou, aproveitar o consumo a montante do quadro que regista o consumo global do mesmo. O último cenário viria afetado de ruído mas, instalando contadores em A, B e C e subtraindo o seu consumo ao contador pré-existente, obter-se-iam resultados idênticos com menor número de contadores instalados. Caso, só seja possível instalar um contador novo, a escolha inicial iria para o disjuntor diferencial com maior calibre, disjuntor B. No entanto, e avaliando o tipo de cargas que alimentam, conclui-se que o consumo efetivo vai ser nulo ou praticamente nulo. O disjuntor alimenta bombas que não trabalham, e tomadas, que como foi referido atrás, não constituem um consumo significativo. De uma forma análoga, o consumo

que seria medido caso fosse instalado um contador no disjuntor C, seria também bastante baixo pois, as únicas cargas que efetivamente constituem ruído, seriam as tensões de controlo. Facilmente se depreende que, bastaria instalar-se um contador em A para ter um consumo do indicador iluminação de *mall* bastante próximo do real, com um custo de implementação mais baixo.

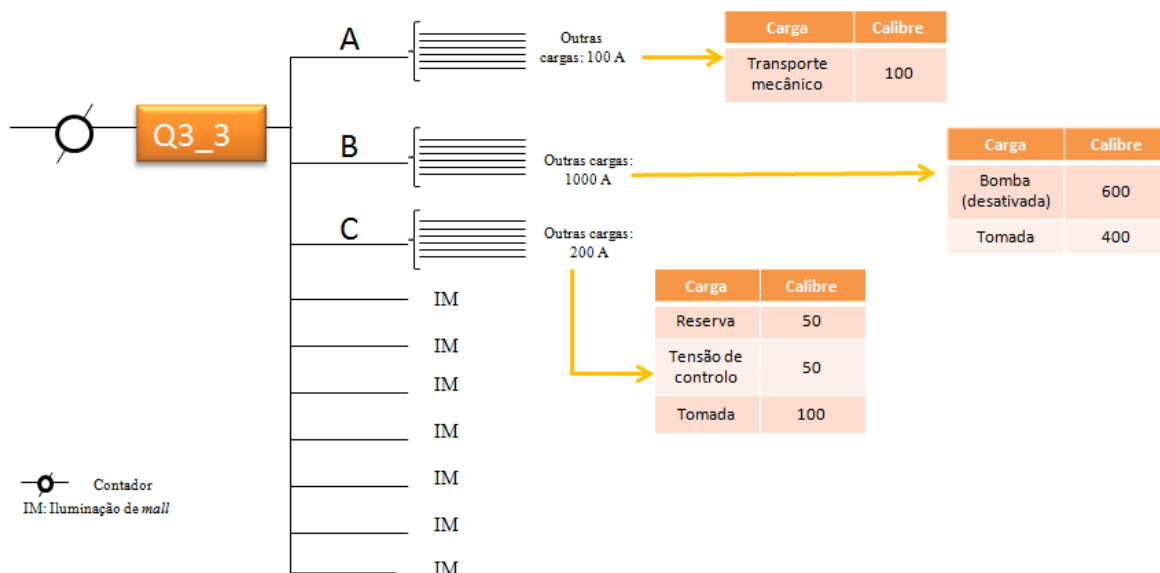


Figura 18 - Exemplo de instalação de contadores 5.

3.2.6 Mapa de quadros

O mapa de quadros é uma tabela que retém informação referente de todos os quadros que alimentam cargas do indicador de consumo. Tem caráter de síntese, auxiliando todo o projeto de *submetering fine-tuning*. Contém todos os quadros-elétricos relevantes, bem como, os quadros da mesma família. Os parâmetros a registar encontram-se ilustrados na Figura 19. O registo deverá ser efetuado em termos de quantidade de disjuntores e de calibre.

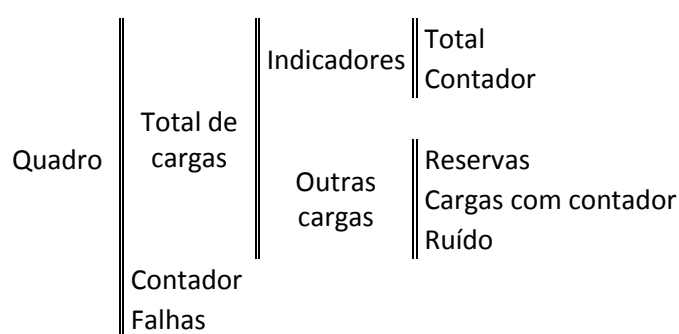


Figura 19 - Parâmetros a registar num mapa de quadros.

Para cada quadro considerado, deverá ser efetuado o registo do total de cargas que este contém, e se o mesmo possui contador para medir os seus consumos. Em termos de carga, importa destacar quais são efetivamente cargas do indicador de consumo, registando as quantidades e se estas contêm contadores, bem como outras cargas, como reservas, cargas com contador e ruído. Para além destes, serão calculados alguns parâmetros que permitem avaliar:

- **A relevância da análise do quadro para sua inclusão na estratégia.** Esta é calculada pelo quociente entre o total de cargas de indicador no quadro e o total de cargas de indicador na estratégia. Quanto maior a percentagem obtida mais importante será a análise detalhada do quadro para sua inclusão na estratégia de *submetering*;
- **A representação de cada tipo de carga no quadro.** É calculado para todas as cargas pelo quociente entre o total de cargas do tipo de carga e o total de cargas do quadro. Este dado permite dar uma primeira ideia sobre o tipo de ruído que dado quadro terá, e se a estratégia necessitará de muitos ou poucos contadores novos para obter registos de consumos com o mínimo ruído possível.

Saber quais os quadros que fazem parte da família do quadro elétrico que alimenta cargas do indicador, bem como, se os mesmos contêm contadores, permite verificar se, com os contadores existentes, é possível obter apenas os consumos dos quadros relevantes para a estratégia. Ao nível das cargas, a identificação das que, não sendo o indicador de consumo em estudo, têm contadores ou são reservas, permite a sua exclusão em termos de ruído.

Todas as cargas que, correspondendo ao indicador de consumo em análise, não sejam incluídas na estratégia, deverão ver registadas no campo falhas, com a respetiva quantidade do indicador em falta (em termos de disjuntores e calibres). Neste caso as informações sobre “outras cargas” poderão ser desprezadas e obtém-se o mapa de quadros final. O mapa de quadros da estratégia final adotada fará parte da documentação final a entregar ao gestor do edifício. No anexo C encontram-se os mapas de quadro elaborados para o caso de estudo.

3.2.7 Tabelas de ruído

Um mapa de quadros é acompanhado por uma série de tabelas de ruído. Consiste numa lista que contém o registo de todo o ruído, em termos de quantidade e calibre, que estará incluído no valor de consumo final medido para o indicador de consumo. Será realizado uma tabela de ruído para cada quadro elétrico analisado pela estratégia.

O principal objetivo desta tabela é explicitar qual o tipo de ruído, permitindo uma análise clara e rápida da qualidade do ruído e se o mesmo se traduz num consumo elevado. De uma forma análoga ao mapa de quadros, também as tabelas de ruído finais deverão ser entregues ao gestor do edifício. No anexo C encontram-se as tabelas de ruído elaboradas para o caso de estudo.

3.2.8 “Árvore” de contadores

A “árvore” de contadores é uma série de tabelas que listam todos os contadores usados para a obtenção do consumo de um indicador de consumos, esquematizando as somas e subtrações de contadores necessárias ao cálculo do consumo pretendido. Especificações relacionadas com a localização do contador, tais como, quadro elétrico e disjuntor, constarão também na “árvore” de contadores, bem como, a representatividade obtida. No anexo D podem ser consultadas exemplos destas tabelas.

3.2.9 Aplicação da estratégia

O **primeiro passo** da estratégia consiste na avaliação da situação inicial. Para isso, deverá ser elaborado um mapa de quadros, que conterá a esquematização de toda a informação relevante para o indicador de consumos na situação inicial (quadros, tipos de cargas e disjuntores), permitindo a fácil associação dos contadores pré-existentes, de forma a maximizar a representatividade e minimizar o ruído. Este passo define o cenário mais barato e permite avaliar quais os indicadores/sistemas que requerem maior investimento para melhorar a

qualidade dos resultados obtidos. Além disso, permite avaliar o impacto da instalação de um ou mais contadores. As tabelas de ruído no estado inicial deverão ser ainda elaboradas

A análise recairá, em primeiro lugar, nos quadros elétricos que **têm maior número de calibres do indicador** (representam uma grande fatia do indicador). Note-se que o consumo medido por contadores instalados a montante de quadros elétricos, que contenham apenas 1% dos disjuntores do indicador de consumo contém, normalmente, muito ruído associado. Nestes casos, ou não se considera esses disjuntores na estratégia, ou, colocar-se-á contadores em cada disjuntor, uma alternativa mais cara. Os parâmetros calculados no mapa de quadros auxiliam esta análise.

Outras considerações a ter são relativas às cargas do indicador com contadores associados. Estas medem consumos com zero ruído e constituem inclusões certas na estratégia de *submetering*.

O valor da representatividade e do ruído determinam se o consumo obtido para o indicador de consumo deverá ser ou não “mais afinado”. Sendo necessário instalar mais contadores, deve-se ter em conta os métodos abordados no subcapítulo 3.2.5, calculando o respetivo valor de *rating*.

A estratégia definida deve ser esquematizada numa “árvore” de contadores que será apresentada, em conjunto com o mapa de quadros, os quadros de ruído de cada indicador de consumo e os valores obtidos nos indicadores de qualidade e custo, ao cliente que a aprovará ou não.

3.3 Implementação e comissionamento

A implementação consiste na concretização física do *submetering design*. As suas fases incluem a escolha dos equipamentos de medição, a instalação e a verificação de funcionamento dos mesmos. Neste subcapítulo são abordadas as diferentes fases.

3.3.1 Sistemas de medição de energia elétrica

Para medir de forma eficaz os consumos energéticos será necessário instalar sistemas de medição de energia elétrica constituídos por: contadores, rede de comunicação, sistema central de aquisição, armazenamento e transmissão de dados e *software* de gestão energética, conforme esquematizado na Figura 20.

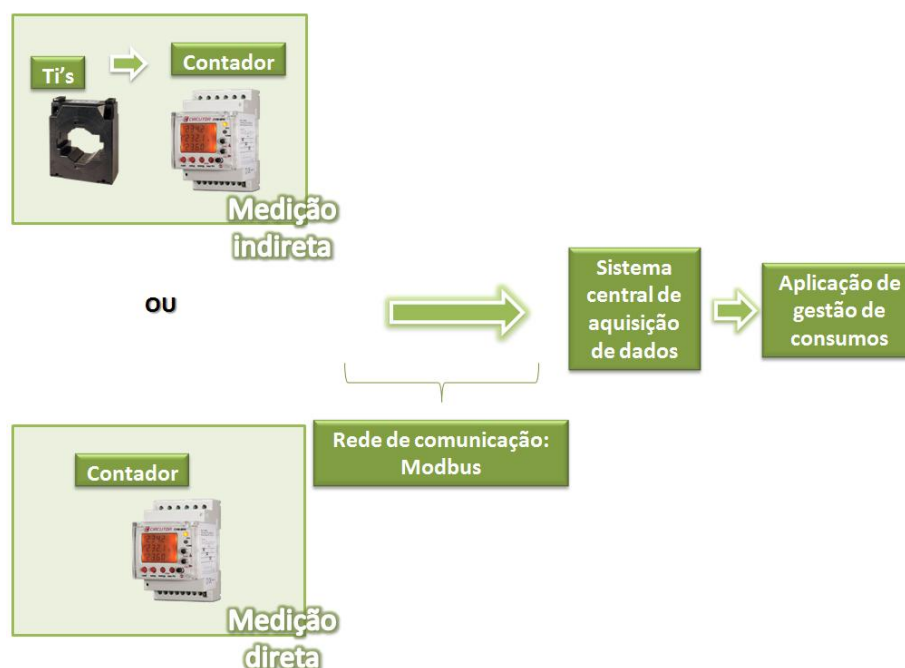


Figura 20 - Componentes de um sistema de medição da energia elétrica (Circutor), (CIRCUTOR).

• Contadores

A escolha de um sensor terá de ter em conta a qualidade exigida (exatidão, precisão e taxa de resposta), a quantidade de sensores a instalar, as restrições da instalação, o método de medição, as condições de saída do sinal, a gama de medição, a rangeabilidade e a capacidade do equipamento destinado a recolher e gravar dados. Existem diversos sensores dependendo da funcionalidade requerida, tal como, sensores de temperatura, energia térmica, tempo de execução, humidade, entre outros (Ashrae 2002).

O sensor destinado à medição dos consumos parciais de energia tem a designação de **contador de energia elétrica para consumo parcial**. Este poderá ser instalado diretamente no circuito, por medição direta, ou recorrer a transformadores de correntes para efetuar a comunicação entre circuito e contador, medição indireta.

A escolha do tipo de medição está relacionada com a intensidade da corrente a medir, bem como, eventuais limitações técnicas (por exemplo falta de espaço, impossibilidade de interromper o circuito para instalar um contador, entre outros). Relativamente à intensidade da corrente a medir, no caso da medição direta, esta não poderá ser muito diferente da intensidade de corrente do próprio equipamento de medição, de forma a não danificar o mesmo. Constata-se que os valores máximos de intensidade medida por estes aparelhos situam-se em volta dos 120 A. A medição indireta não tem grandes limitações na corrente a medir devido ao uso de transformadores de intensidade, vulgarmente chamados de TI's,. Estes transformam a elevada corrente que alimenta a carga, numa corrente menor, compatível com a corrente de funcionamento recomendada ao contador. O seu mecanismo, bem como, dimensionamento serão abordados detalhadamente na secção seguinte.

Para além da intensidade da corrente é necessário conhecer outros parâmetros sobre o circuito energético a medir, nomeadamente:

- **Tipo de corrente:** correntes monofásicas necessitam de contadores monofásicos e correntes trifásicas necessitam de contadores trifásicos;
- **Montagem:** O contador poderá de ser montado em calha ou painel;

O contador, para fins de *submetering*, terá ainda de conter os seguintes requisitos:

- **Display:** LCD para fins de comissionamento;
- **Comunicação:** do tipo RS-485;
- **Medição da intensidade de corrente, tensão e potência:** que no caso de corrente trifásica será nas três fases;
- **Medição do Cos φ :** nos contadores trifásicos;

Como alternativa aos contadores, poderão ser usados analisadores de rede desde que os parâmetros anteriormente especificados sejam verificados. Um analisador de rede, para além das funções de contagem, permite avaliar a qualidade da rede, que para a estratégia de *submetering* não é relevante. O princípio de escolha, entre analisador de rede e contador, será determinado pelo menor custo de aquisição.

○ TI's

O TI ou transformador de corrente, neste contexto, tem como principal função garantir o correto funcionamento do equipamento de medição, permitindo aos mesmos funcionarem numa corrente diferente da do circuito, compatível com o instrumento de medição, que assegurará uma maior proteção do mesmo. Genericamente são constituídos por dois enrolamentos, um primário e outro secundário, isolados e ligados por um núcleo de um material ferromagnético, Figura 21.

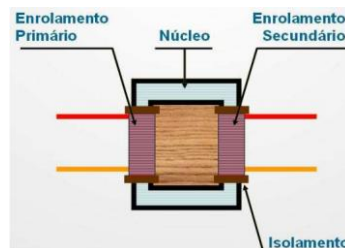


Figura 21 - Esquema de um TI (Silva).

O enrolamento primário contém poucas espiras com um fio conectado em série. Será nesse enrolamento que circula a corrente destinada a alimentar a carga. Já o enrolamento secundário, onde circula a corrente a ligar ao equipamento de medição, é constituído por várias espiras de fio fino adequado ao equipamento associado (Silva). Quando a corrente elétrica passa no enrolamento primário, cria um fluxo magnético variável no tempo que estabelecerá a ligação magnética entre os enrolamentos (Guedes 1992). No vazio, a proporção entre as correntes do primário e do secundário é constante e será numericamente igual razão de transformação, que se encontra expressa na equação 3.7 (Silva):

$$k = \frac{N_2}{N_1} = \frac{I_1}{I_2} \quad (3.7)$$

Onde:

k , é a razão de transformação

N_1 , o número de espiras do enrolamento primário

N_2 , o número de espiras de enrolamento secundário

I_1 , a corrente que circula no enrolamento primário, e

I_2 , a corrente que circula no enrolamento secundário

Para seleccionar um TI terá de ser necessário saber:

- Características do ambiente de trabalho (temperatura de serviço, temperatura interior, temperatura exterior,...);

- Características da linha de instalação, cabo ou barramento, onde o TI será instalado, nomeadamente a corrente máxima e mínima, a corrente de curto-circuito, as condições de sobrecarga (tempo e intensidade de corrente associada) e a tensão de rede;
- Características do instrumento de medição (precisão, corrente nominal, consumo, etc);
- Distância entre transformador e instrumento de medição, bem como as dimensões da secção do cabo usado para efetuar a ligação (CIRCUTOR).

A carga dos consumidores, que devem ser ligados aos transformadores de corrente, terá de ser identificada de forma rigorosa, de modo a escolher um TI com uma carga padronizada compatível. A potência dissipada pelos fios não poderá ser desprezada no cálculo, representado pela equação 3.8 (Silva).

$$C_{TI} = \sum C_{aparelho} + I_s^2 \times Z_c \times L_c \quad (3.8)$$

Onde:

C_{TI} , é a carga a considerar na escolha do transformador

$\sum C_{aparelho}$, o somatório das cargas dos aparelhos a considerar na medição

I_s , a corrente nominal do secundário

Z_c , a impedância do condutor, e

L_c , o comprimento do fio condutor

Além disso, a potência do transformador e a saturação do mesmo deverão ser parâmetros a ter em conta. A **potência do transformador**, ou seja, a potência induzida pela corrente primária à secundária, terá de ser **suficientemente grande** para ser transmitida à unidade de medição e assim assegurar o correto funcionamento da mesma. Para isso, a potência terá de ser igual ou superior à **energia consumida pelo equipamento** e às eventuais **perdas em linhas**, causadas pelo aquecimento do cabo de ligação do secundário ao aparelho durante a transmissão de corrente, e que é diretamente proporcional ao quadrado da intensidade. A **saturação** de um transformador ocorre sempre que a intensidade da corrente no enrolamento primário ou carga ultrapassa o valor nominal, originando uma forte corrente de magnetização que diminuirá a linearidade entre o primário e o secundário, aumentando o erro na medição. Isto traduz-se numa medida de segurança para o equipamento de medição, pois a partir de certos valores de corrente no primário, um aumento da mesma não causará alteração na corrente do secundário, evitando a sobrecarga do equipamento (CIRCUTOR). O valor de corrente de saturação será igual à corrente da carga, multiplicada por um parâmetro de segurança, o fator de sobrecorrente (Silva).

O principal erro dos TI's destinados à medição, é relacionado com a razão de transformação. Isto é, quando a corrente primária não é numericamente igual ao produto da corrente secundária pela razão de transformação. Este pode ser minimizado recorrendo ao fator de correção da relação, obtido a partir de gráficos específicos e tendo em conta a classe de exatidão que, no caso de medições para acompanhamento de custos industriais, é de 0,6 (Silva).

Existem transformadores de intensidade para correntes monofásicas e trifásicas, sendo o princípio de funcionamento igual para ambos os casos. Em relação à sua constituição, um transformador trifásico é constituído por três colunas verticais, ligado por cavaletes. Em cada uma das colunas será enrolado o primário e o secundário de cada fase, Figura 22.

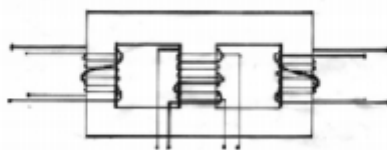


Figura 22 - TI trifásico (Gamboa 2014).

No mercado, e considerando o tipo de núcleo, poderão ser encontrados dois tipos de TI, nomeadamente, **abertos** (com núcleo dividido) ou **fechados** (com núcleo sólido). Os transformadores de núcleo aberto permitem uma mais rápida e fácil instalação, não havendo necessidade de interromper o circuito inicial para instalar o transformador. Embora tenham preços mais elevados, os baixos custos da instalação quando comparados com os de núcleo fechado poderão tornar esta a opção mais económica. Os transformadores fechados permitem obter resultados mais precisos (para a mesma gama de preços), sendo a melhor opção em casos que a precisão da medição seja um requisito (National instruments 2013).

• Rede de comunicação

Na estratégia de *submetering fine-tuning*, a rede de comunicação deverá possibilitar a exportação das leituras dos contadores para um sistema central de aquisição, armazenamento e transmissão de dados. Esta comunicação é feita, como a grande maioria dos equipamentos de automação industrial, recorrendo a um *bus* de campo que permite ligações com menores custos de material e mão-de-obra, menor uso de cabos, maiores velocidades de comando e respostas, entre outras. Um *bus* de campo aberto permite ligar os vários contadores (que poderão ser de diferentes fornecedores) a outros componentes de campo, normalizando a transmissão de dados e a ligação entre equipamentos de diferentes fornecedores, aumentando a flexibilidade do sistema a alterações. De entre os *bus* de campo será destacado o **MODBUS**, pela sua elevada utilização e divulgação (Borges 2007).

Este protocolo permite a comunicação entre equipamentos “mestre-escravo” usando uma mensagem aberta, e a sua grande utilização deriva da facilidade de implementação e simplicidade da rede. (Freitas 2014) No mecanismo “mestre-escravo” o mestre envia uma pergunta ou ordem e espera uma resposta dos escravos que não comunicam entre si (Borges 2007).

À forma como a informação ou conteúdo bit da mensagem é compactada, transmitida e descompactada designa-se modo de transmissão. Os modos de transmissão mais usados no protocolo MODBUS são o RTU e o ASCII (Souza). O **RTU** permite um melhor processamento de dados para uma dada velocidade de comunicação, devido a uma maior densidade de caracteres (Freitas 2014) tendo, no entanto, de garantir o envio contínuo da sequência (Modbus 2010). Já o ASCII permite que o intervalo de tempo entre caracteres seja reduzido, no máximo um segundo, sem causar erros, mas originando mensagens com o dobro do tamanho da mensagem enviada pelo RTU. (Modbus 2010).

O protocolo pode ainda ter diferentes interfaces. A interface caracteriza a velocidade de comunicação, tamanho máximo de rede e capacidade máxima de dispositivos (Freitas 2014). As interfaces elétricas mais usuais são a RS232 (*recommended standart – 232*) e a RS485 (*recommended standart – 485*). O RS-232 serve para comunicações apenas entre dois dispositivos, um mestre e um escravo sendo que a distância entre os mesmos não ultrapassa os 30 m e as velocidades de transmissão situam-se em torno dos 115Kbps. O **RS-485**, um dos padrões mais usados pelo protocolo *modbus*, permite uma distância máxima de rede de 1200m e transmite a velocidades muito superiores que a anterior, no máximo entre 12Mbps a 50Mbps (depende da distância entre equipamentos - maiores distâncias originam menores

velocidades). Para efeitos da estratégia utiliza-se uma rede de comunicação *Modbus*- RTU com interface RS-485.

• **Aquisição e tratamento de dados**

Os dados serão agrupados numa unidade central de aquisição e transmissão de dados, como por exemplo uma *gateway*, que enviará o somatório dos dados para o servidor que contém a aplicação responsável pela gestão do edifício. A escolha do dispositivo de gravação de dados terá de ter em conta a qualidade exigida (exatidão, precisão e taxa de resposta), a quantidade e tipo de *inputs*, as restrições da instalação, o condicionamento do sinal, a gama de medição e os recursos para financiamento. Normalmente, a escolha reside num *hardware* para recolhas de dados de campo (se os dados forem coletados por um instrumento portátil ou sistema de automação permanente) (National Instruments).

A aplicação permite associar os dados de consumo dos contadores com o sistema ou carga que o mesmo mede. Além disso, permite definir alertas, que atuem em caso de diferença entre os valores medidos e os estabelecidos inicialmente. Desta forma fica garantido o controlo energético automático e contínuo do edifício.

3.3.2 Etiquetagem

Os contadores incluídos na estratégia, no quadro elétrico, deverão ser claramente identificados, fornecendo informação sobre o tipo de consumo medido. A etiquetagem deverá assim conter o ID e a referência local do contador de acordo com o mapa de disjuntores. O material no qual a etiqueta será reproduzida, terá de garantir que a mesma não seja rasurada ou manuscrita.

O registo do formato da etiqueta deverá permanecer nos registos do edifício para que nas próximas avaliações do edifício se perceba claramente o que representam.

3.3.3 Comissionamento

A fase de comissionamento tem como objetivo avaliar as condições de conformidade dos equipamentos instalados. São vários os critérios a verificar, incluindo os mencionados no subcapítulo 2.2.5, que são sintetizados numa ficha, uma por cada contador, distinguidas pelo ID do contador. Além do ID, serão recolhidas outras informações técnicas relevantes, tais como:

- Referência local do quadro elétrico e disjuntor em que o contador se encontra instalado, bem como, a referência local do contador;
- Número da série e a marca/modelo do contador: características de fabrico;
- Carga cujo consumo está a ser medido.

Os pontos a averiguar recorrem à observação e à medição para efetuarem conclusões. Os parâmetros são descritos na lista apresentada de seguida:

Referentes ao aspeto visual

- **Estado geral da instalação:** Consiste na avaliação do aspeto dos diferentes equipamentos, e se os mesmo apresentam o aspeto visual esperado;
- **Instalação:** Consiste na verificação das ligações entre os dispositivos do sistema de medição (contador, TI, acessórios, comunicação, etc);
- **Etiquetagem local:** Este campo tem como função averiguar a conformidade da etiqueta atribuída ao contador. Esta deverá conter os parâmetros assinalados no subcapítulo 3.3.2, e os mesmos deverão estar de acordo com as informações sobre o contador.

Referentes ao visor do contador

- **ID local:** Permite verificar se o ID registado no contador (visível no visor) corresponde ao ID do contador (registado na GTC);
- **Configuração elétrica:** A corrente elétrica a medir pode ser monofásica ou polifásica. Além disso, o número de fios elétricos que a compõe pode também diferir de caso para caso. Este parâmetro permite explicitar o tipo de configuração elétrica a que o contador está conectado, e que poderão ser:
 - Trifásico, com três (três fios de fases) ou quatro fios (três fios de fase mais um neutro);
 - Bifásico, contendo 3 fios (dois fios com corrente de fase e um neutro);
 - Monofásico, com 2 fios (um fio com corrente de fase e outro neutro);
- **Razão de transformação:** Pretende-se verificar se a razão de transformação inserida no contador corresponde à razão de transformação do TI (registada no TI). Em caso de esta ser dissemelhante os valores da corrente medidos, que resultam da multiplicação da razão de transformação pela corrente do secundário, não correspondem à intensidade de corrente real.

Referentes à medição dos parâmetros

- **Corrente:** A corrente apresentada no visor para cada uma das fases deverá ser aproximadamente igual á medida. Para além disso, será necessário verificar se os valores têm todos o mesmo sinal. Isto, porque caso o sinal de uma das fases seja contrário, essa corrente será subtraída às restantes em vez de somada, e o consumo medido será inferior ao real. Deverá ser anotado quando, em cargas equilibradas, os valores de corrente são distintos do expetável;
- **Tensão:** A corrente apresentada no visor do contador deverá corresponder à tensão medida e os seus valores deverão situar-se entre os 220V e os 240V;
- **Fator de potência:** O fator de potência, em cada uma das fases de corrente, deverá ser medido e comparado com os valores visíveis no visor, de forma a averiguar se os valores obtidos são idênticos. Para além disso, deverá ser analisado o valor obtido e registados valores fora do espectável;
- **Potência:** A potência do visor deverá ainda ser comparada com a potência medida para cada uma das fases e para o total de consumos. A potência medida pode ser calculada a partir da intensidade de corrente e tensão medidas.

A medição da intensidade de corrente e da tensão poderá ser efetuada por uma pinça amperimétrica, Figura 23. Para a medição do fator de potência será necessário um analisador de energia, Figura 24.



Figura 23 - Pinça amperimétrica (Fluke).



Figura 24 - Analisador de energia (Tecno Ferramentas).

A aprovação do comissionamento torna válidos os consumos medidos com os contadores instalados.

4 Caso de estudo

4.1 Caraterização do edifício: centro comercial

Um centro comercial é um edifício destinado ao comércio que reúna os requisitos especificados na portaria nº 424/85 de 5 de Julho (Associação Portuguesa de Centros Comerciais):

- Área bruta mínima de 500 m² e no mínimo 12 estabelecimentos destinados ao comércio;
- Lojas situadas num único edifício ou em edifícios contíguos interligados que contenham zonas comuns que permitam o acesso prioritário às mesmas;
- Unidade de gestão que permita direccionar e coordenar serviços técnico-comerciais comuns, assim como, fiscalizar o cumprimento do regulamento interno;
- Regime de funcionamento comum para todas as lojas com exceção das que se afastem do funcionamento usual das outras atividades instaladas.

As diferentes zonas que constituem um centro comercial típico são:

- Zona comum que serve de ligação entre lojas, vulgarmente designada ***mall***;
- Praça de alimentação;
- **Parques de estacionamento**, que poderão ser cobertos, descobertos ou dos dois tipos;
- **Zonas e corredores técnicos**, sendo estas zonas de acessos restrito onde apenas trabalhadores do centro comercial, tais como técnicos de manutenção, estão autorizados a circular;
- **Lojas e restaurantes**;

O centro comercial terá de garantir o fácil e rápido acesso às diferentes lojas, ser responsável pela gestão e manutenção das zonas e espaços comuns.

Deverá também suportar todos os gastos, em termos de recursos e energia, associados ao funcionamento do centro. No entanto, os consumos energéticos do interior das lojas, bem como, a sua gestão, é da inteira responsabilidade dos lojistas e não serão considerados na análise de *submetering fine-tuning*.

4.1.1 Centro comercial A

O edifício em estudo é um grande edifício de serviços com uma área bruta locável de 28906 m² e mais de 100 lojas, situado na zona norte de Portugal, funcionando todos os dias da semana entre as 8:30 e as 23 horas. As necessidades energéticas são satisfeitas recorrendo a eletricidade, proveniente da rede elétrica, e a gás natural, totalizando gastos energéticos, segundo a auditoria energética realizada em 2013, na ordem dos 404 k€.

A rede elétrica tem 1599 disjuntores dispostos em 39 quadros elétricos, numa rede de quadros esquematizada no anexo B, Figura 31, que é responsável por satisfazer cerca de 90% das necessidades energéticas do edifício. O consumo de eletricidade, para o ano de 2013, foi cerca

de 1296×10^{10} J, o que corresponde a 774 toneladas equivalentes de petróleo e 1692 toneladas de CO₂ equivalentes.

O edifício é constituído por dois pisos de *mall*, em que no superior existe uma zona destinada à restauração, a praça de alimentação, e quatro parques de estacionamento, dois dos quais cobertos e com necessidade de ventilação. O transporte mecânico fica assegurado por quatro elevadores, quatro monta-cargas, três tapetes rolantes e uma escada rolante.

O sistema AVAC é constituído por uma unidade de produção de água fria e outra de água quente, assim como, unidades de distribuição e tratamento do ar. Os principais componentes deste sistema estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Principais componentes do sistema AVAC

Produção de água fria	Produção de água quente	Distribuição e tratamento do ar
2 Chillers elétricos 1 Chiller de cogeração (desligado) 4 Torres de arrefecimento 4 Bombas de condensação 6 Bombas primárias 11 Bombas secundárias	1 Caldeira 4 Bombas primárias 8 Bombas secundárias	2 UTA's com 1 ventilador 2 UTA's com 2 ventiladores 1 UTAN

Os diferentes sistemas são controlados por uma GTC, numa aplicação que permite medir os consumos parciais do edifício (Figura 25). A divisão é pouco extensiva e os valores apresentados por alguns contadores levam a assumir que o sistema de medição dos consumos parciais terá algum problema.

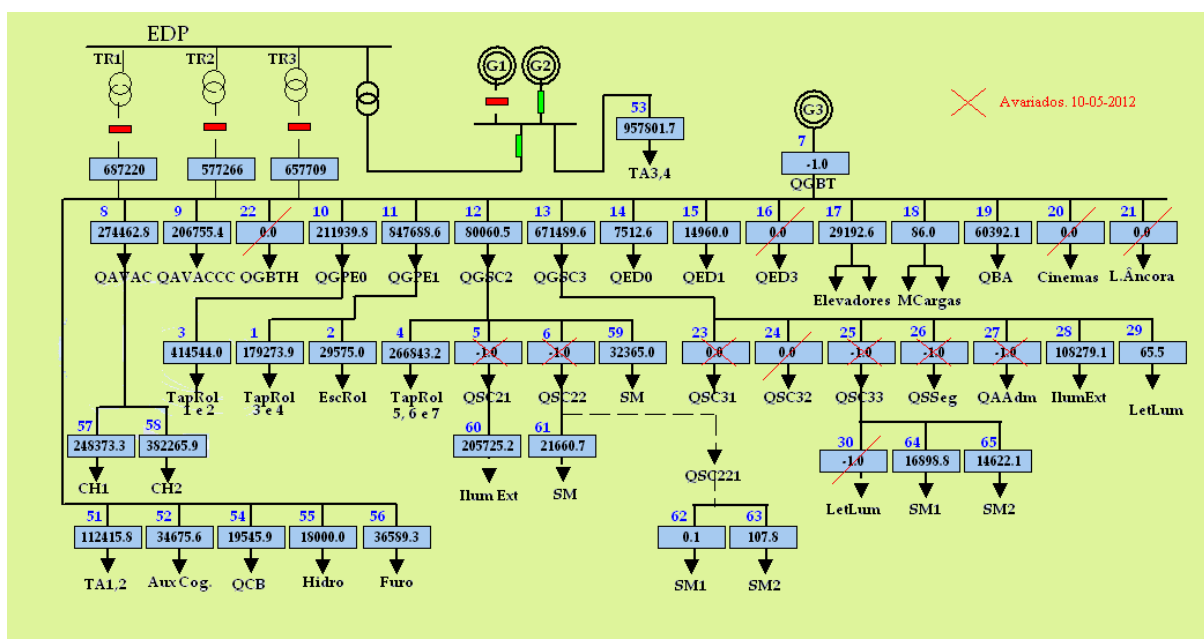


Figura 25 - Aplicação de medição dos consumos parciais da GTC.

Os contadores existentes encontram-se representados na Figura 26.



Figura 26 - Contadores existentes no edifício.

São contadores da marca “DUCATI energia” (à esquerda) e “Circutor” (à direita), que respeitam os requisitos necessários a esta estratégia.

4.2 Definição dos objetivos da estratégia do edifício em estudo

Tendo como fonte a auditoria energética de 2013 e os registos de os contadores pré-existentis, auferiram-se os custos energéticos totais anuais para cada uma das fontes. Concluiu-se que 89% dos consumos provinham do consumo de eletricidade e 11% do uso de gás natural.

A desagregação efetuada na auditoria aos sistemas consumidores de energia encontra-se representada na Figura 27.

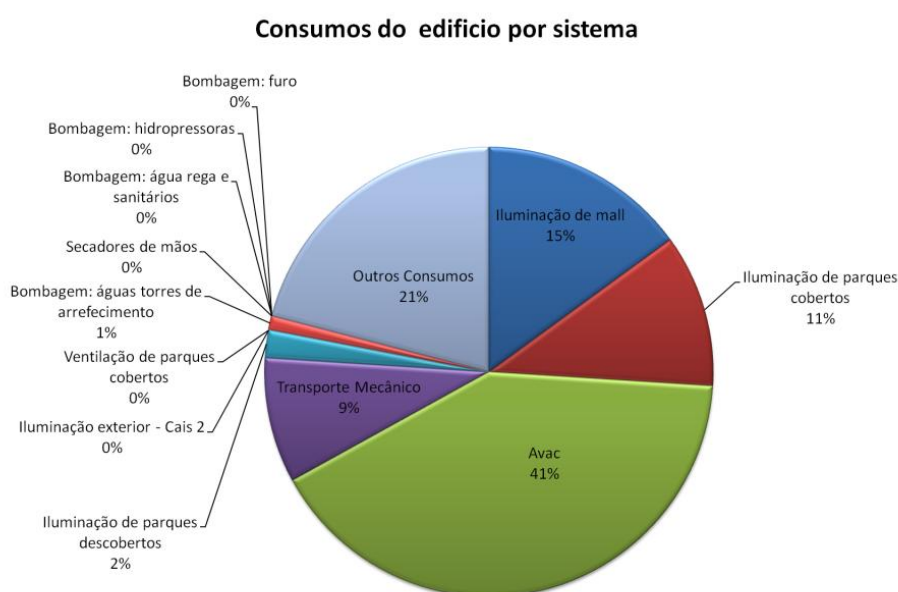


Figura 27 - Desagregação dos principais sistemas consumidores de energia do edifício.

Com base neste dados é possível verificar que os principais sistemas consumidores de energia são: o sistema **AVAC**, a **iluminação** (de *mall* e de parques de estacionamento cobertos) e o **transporte mecânico**.

O gestor do edifício pretende que, no transporte mecânico, seja possível definir o consumo associado à alimentação de cada tipo de transporte (elevador, monta-cargas, tapete rolante e escada rolante). Além disso, considera relevante medir os consumos: da **iluminação exterior do cais 2**, da **iluminação dos parques de estacionamento descobertos**, da **ventilação dos parques de estacionamento cobertos** e de alguns **sistemas de bombagem** (furo, hidropressoras, água de rega e sanitários, água das torres de arrefecimento).

Relativamente ao nível do zonamento solicitou, para a iluminação de *mall* e dos parques de estacionamento, uma divisão do consumo energético por pisos.

Devido ao elevado consumo energético associado ao sistema AVAC, foi acordado com o gestor do edifício, que este sistema deveria ser desagregado em **unidade de produção e distribuição de água fria e quente e unidade de distribuição e tratamento do ar**. A unidade de produção e distribuição de água fria e quente deveria ser ainda desagregada nos seus principais equipamentos que foram explicitados no subcapítulo 3.1.2, ou seja, *chillers*, bombas primárias, bombas secundárias, bombas de condensação e torres de arrefecimento. Relativamente à unidade de distribuição e tratamento do ar pretende-se obter o consumo da cada uma das unidades.

Tendo em conta todas as informações atrás descritas, foram considerados os seguintes indicadores de consumo:

- Iluminação de *mall* e praça de alimentação;
- Iluminação de parques cobertos;
- Iluminação de parques descobertos;
- Iluminação exterior - Cais 2;
- Transporte mecânico;
- *Chillers*;
- Torres de arrefecimento;
- Bombas primárias;
- Bombas secundárias;
- Bombas de condensação;
- Unidade de distribuição e tratamento do ar;
- Ventilação de parques cobertos;
- Bombagem(furo);
- Bombagem (hidropressoras);
- Bombagem (água de rega e sanitários);
- Bombagem (água das torres de arrefecimento).

4.3 Planeamento da estratégia para o caso de estudo

Para cada um dos indicadores de consumo, foi produzido o mapa de quadros e as respetivas tabelas de ruído, representadas no anexo C, que permitiram **avaliar a qualidade da medição do consumo**, nas **condições iniciais**, pelos indicadores de qualidade definidos no subcapítulo 3.2.3.

Para possibilitar ao gestor mais que uma alternativa de melhoramento do sistema, foram analisadas duas possíveis estratégias de otimização do sistema de *submetering* com diferente número de contadores instalados. Esta forma possibilita também, a análise do impacto da instalação de contadores na melhoria dos indicadores de qualidade.

Foi ainda elaborada, para cada alternativa, a “árvore” de contadores, de forma a perceber como se agregam os contadores para a obtenção dos consumos pretendidos. Cada “árvore” encontra-se representada no anexo D.

4.3.1 Iluminação de *mall*

O indicador “iluminação de *mall*” é constituído por 253 disjuntores, que se encontram dispersos por 18 quadros elétricos da rede (o mapa de quadros para este indicador de consumo na situação inicial pode ser consultado no anexo C, Tabela 24), totalizando um calibre de 3422 A.

As principais alterações no *submetering* centraram-se no aumento da representatividade, pela inclusão das cargas de iluminação de *mall* do quadro Q4_07 (alternativa 1 e 2), e na minimização do ruído, devido à instalação de contadores nos disjuntores diferenciais das

cargas de ruído (alternativa um). A Tabela 8, regista o aumento da qualidade obtida com estas alterações.

Tabela 8 - Representatividade e ruído aparente sem tomadas do indicador de consumo "iluminação de *mall*" para a situação inicial e cada alternativa

Indicador	Situação inicial		Alternativa 1			Alternativa 2		
	Repr.	Ruído	Repr.	Ruído	nº Contadores novos	Repr.	Ruído	nº Contadores novos
IM	78%	42%	88%	20%		88%	37%	
Piso 1	92%	51%	91%	29%	5	92%	51%	
Piso 2	71%	34%	89%	13%	5	89%	27%	1

Como pode ser verificado, a inclusão do consumo do quadro Q4_07 na estratégia permite um **aumento da representatividade** da iluminação de *mall* no piso 2 em 18% (para qualquer uma das alternativas).

A alternativa 1 regista uma diminuição do **ruído aparente sem tomada** de 22% para o piso 1 e de 21% para o piso 2, perfazendo uma diminuição de mais de 40% para o indicador de consumo em estudo. Na alternativa 2, a diminuição de ruído resulta apenas da inclusão de mais cargas do indicador de consumo na estratégia que, devido à equação 3.5, diminui o valor numérico do ruído aparente sem tomadas (apesar do número de cargas de ruído permanecer constante).

Um dos contadores diferenciais instalados na alternativa 1, destinados a subtração de ruído, continha uma carga do indicador que foi assim “perdida”, resultando numa diminuição da representatividade em 1% para o piso 1.

O mapa de quadros e tabelas de ruído de cada uma das alternativas foi elaborado e encontra-se representado no anexo C, da Tabela 30 à 41.

4.3.2 Iluminação de parques cobertos

A iluminação de parques cobertos está presente em 141 disjuntores, localizados em 4 quadros elétricos. Para este indicador de consumo, apenas se procedeu a alterações do *submetering* para a alternativa 1, de modo a minimizar o valor do ruído. Assim, a alternativa sugere a inclusão de 8 contadores a montante de disjuntores diferenciais que alimentam cargas de ruído. Os valores dos indicadores de qualidade obtidos em cada caso podem ser consultados na Tabela 9.

Tabela 9 - Representatividade e ruído aparente sem tomadas do indicador de consumo "iluminação de parques cobertos" para a situação inicial e cada alternativa

Indicador	Situação inicial		Alternativa 1			Alternativa 2		
	Repr.	Ruído	Repr.	Ruído	nº Contadores novos	Repr.	Ruído	nº Contadores novos
IPC	100%	80%	100%	50%		100%	80%	
Parque 1	100%	86%	100%	44%	5	100%	86%	
Parque 2	100%	75%	100%	55%	3	100%	75%	

Como se pode constatar, os valores de representatividade obtidos permanecem inalterados pela inclusão dos contadores. No entanto os mesmos permitem amortizar 42% de ruído no parque 1 e 20% de ruído no parque 2. O mapa de quadros e tabelas de ruído para a situação inicial e alternativa 1 encontram-se no anexo C, nas Tabelas 42 à 51.

4.3.3 Ventilação de parques cobertos

A rede elétrica da ventilação de parques cobertos é composta por 111 disjuntores. Da análise da qualidade da medição para a situação inicial, registada na Tabela 10, pode-se constatar que

a representatividade obtida é 100% e que os valores de ruído registam percentagens da ordem dos 15%. A alternativa 1 sugere a implementação de 8 contadores a montante dos disjuntores diferenciais para retirar as cargas de ruído, para que assim se alcancem medições com total representatividade e zero ruído.

Tabela 10 - Representatividade e ruído aparente sem tomadas do indicador de consumo “ventilação de parques cobertos” para a situação inicial e cada alternativa

Indicador	Situação inicial		Alternativa 1			Alternativa 2		
	Repr.	Ruído	Repr.	Ruído	nº Contadores novos	Repr.	Ruído	nº Contadores novos
VPC	100%	16%	100%	0%		100%	16%	
Parque 1	100%	17%	100%	0%	4	100%	17%	
Parque 2	100%	16%	100%	0%	4	100%	16%	

O consumo energético deste indicador de consumo é, comparativamente com outros indicadores de consumo, baixo. Como tal, a instalação de 8 contadores origina valores de *rating* elevados, como pode ser constatado no subcapítulo 4.4.2. Assim, na alternativa 2, sugere-se a adoção da situação inicial como final, para minimizar o valor do indicador de custo. O mapa de quadros para cada cenário e respetivas tabelas de ruído encontram-se no anexo C, Tabelas 52 à 61.

4.3.4 Iluminação de parques descobertos

Este indicador de consumo contém 3 disjuntores. Pelo mapa de quadros em anexo (anexo C, Tabela 62) pode verificar-se que os mesmos possuem, instalados a montante do disjuntor diferencial, contadores para registarem os seus consumos. No parque 3 a situação inicial apresenta valores de representatividade e ruído ideais. No parque 4, o disjuntor diferencial contém corrente destinada ao indicador de consumo e ruído. Esse ruído encontra-se registado na Tabela de ruído em anexo (anexo C, Tabela 63).

Tabela 11 - Representatividade e ruído aparente sem tomadas do indicador de consumo “iluminação de parques descobertos” para a situação inicial e cada alternativa

Indicador	Situação inicial		Alternativa 1			Alternativa 2		
	Repr.	Ruído	Repr.	Ruído	nº Contadores novos	Repr.	Ruído	nº Contadores novos
IPD	100%	21%	100%	21%		100%	21%	
Parque 4	100%	31%	100%	31%		100%	31%	
Parque 3	100%	0%	100%	0%		100%	0%	

O consumo energético deste indicador não é elevado, quando comparado com outros indicadores de consumo. Assim, e por forma a minimizar o valor do indicador de custo, considerou-se que os resultados da medição do contador diferencial traduziam de forma satisfatória os consumos do parque 4. A Tabela 11 sumariza os valores de representatividade e ruído obtidos para este indicador de consumo.

4.3.5 Transporte mecânico

São 16 os disjuntores que compõem este indicador de consumo. Através do mapa de quadros e tabelas de ruído (Tabelas 64 à 68 do anexo C) foi possível auferir que, apenas o elevador e monta-cargas não apresentavam na situação inicial, valores de indicadores de qualidade ótimos. Isto porque, tanto o tapete rolante como a escada rolante, têm contadores instalados a montante dos seus disjuntores, garantindo medições sem nenhum ruído.

Tabela 12 - Representatividade e ruído aparente sem tomadas do indicador de consumo “transporte mecânico”

Indicador	Situação inicial		Alternativa 1			Alternativa 2		
	Repr.	Ruído	Repr.	Ruído	nº Contadores novos	Repr.	Ruído	nº Contadores novos
Transporte mecânico	100%	27%	100%	27%		100%	27%	
Tapete rolante	100%	0%	100%	0%		100%	0%	
Tapete 1+2	100%	0%	100%	0%		100%	0%	
Tapete 3+4	100%	0%	100%	0%		100%	0%	
Tapete 5+6+7	100%	0%	100%	0%		100%	0%	
Escada rolante	100%	0%	100%	0%		100%	0%	
Elevador	100%	70%	100%	70%		100%	70%	
Monta-cargas	100%	30%	100%	30%		100%	30%	

Relativamente ao elevador e ao monta-cargas pode verificar-se, recorrendo às tabelas de ruído, que parte das cargas consideradas ruído, tais como, “iluminação de elevador” e “ventilação de ar condicionado”, são consumos associados ao equipamento cujo consumo importa avaliar. Como tal, considerou-se que os valores de consumos obtidos com os contadores existentes não seriam muito diferentes do consumo total do equipamento, e as alternativas 1 e 2 sugerem esta solução como final.

Os valores de representatividade e ruído aparente sem tomadas calculados encontram-se na Tabela 12.

4.3.6 Torres de arrefecimento e Bombas de condensação

Os disjuntores dos indicadores de consumo em estudo situam-se no quadro Q2_13 e, numa situação inicial, verifica-se que só é possível obter um consumo para o somatório dos dois indicadores que traduza uma aproximação real. Assim, a inclusão de contadores em cada uma das alternativas permite a desagregação do sistema inicial, separando os consumos para cada um dos indicadores de consumo.

As medições obtidas apresentam valores ótimos para os indicadores de qualidade, o que pode ser constatado na Tabela 13. No total, sugere-se a instalação de 8 contadores, 4 para cada um dos indicadores de consumo.

Tabela 13 - Representatividade e ruído aparente sem tomadas dos indicadores de consumo “Torres e arrefecimento” e “Bombas de condensação” para a situação inicial e alternativas

Indicador	Situação inicial		Alternativa 1 = Alternativa 2		
	Repr.	Ruído	Repr.	Ruído	nº Contadores novos
Torres de arrefecimento	100%	36%	100%	0%	
TA_1			100%	0%	1
TA_2			100%	0%	1
TA_3			100%	0%	1
TA_4			100%	0%	1
Bombas de condensação			100%	0%	
Bomba de circulação 1			100%	0%	1
Bomba de circulação 2			100%	0%	1
Bomba de circulação 3			100%	0%	1
Bomba de circulação 4			100%	0%	1

Os mapas de quadros e tabelas de ruído para estes indicadores de consumo podem ser consultados no anexo C, desde a Tabela 69 à 74.

4.3.7 Chillers

A alimentação dos *chillers* elétricos é da responsabilidade do quadro Q2_11. Em cada equipamento já se encontrava instalado um contador, que permitia a medição individualizada do consumo energético. Assim, a solução inicial, cujo mapa de quadros se encontra no anexo C na Tabela 75, garante a máxima representatividade do sistema com o mínimo ruído e custo associado, como pode ser constatado na Tabela 14.

Tabela 14 - Representatividade e ruído aparente sem tomadas do indicador de consumo “*chillers*”

Indicador	Situação inicial		Alternativa 1 = Alternativa 2		
	Repr.	Ruído	Repr.	Ruído	nº Contadores novos
<i>Chiller 1</i>	100%	0%	100%	0%	
<i>Chiller 2</i>	100%	0%	100%	0%	

4.3.8 Bombas primárias e bombas secundárias

Estes dois indicadores, numa situação inicial, apresentam um cenário semelhante ao conjunto “torres de arrefecimento + Bombas de condensação”, exposto no subcapítulo 4.3.6. Os disjuntores associados às cargas em análise situam-se no quadro Q2_11 e o consumo global das bombas é registado no contador a montante do quadro elétrico. A instalação de contadores permite melhorar os valores dos indicadores de consumo e principalmente, a desagregação dos mesmos. A Tabela 15 traduz a evolução que é possível obter pela implementação de novos contadores.

Tabela 15 - Representatividade e ruído aparente sem tomadas dos indicadores de consumo “Bombas primárias” e “Bombas secundárias” para a situação inicial e cada alternativa

Indicador	Situação inicial		Alternativa 1			Alternativa 2		
	Repr.	Ruído	Repr.	Ruído	nº Contadores novos	Repr.	Ruído	nº Contadores novos
Bombas de arrefecimento			100%	0%		100%	0%	
Bombas primárias			100%	0%		100%	0%	
Bomba Ág. Frio 1			100%	0%	1	100%	0%	1
Bomba Ág. Frio 2			100%	0%	1	100%	0%	1
Bomba Ág. Frio 3			100%	0%	1	100%	0%	1
Bomba Ág. Frio 4			100%	0%	1	100%	0%	1
Bomba Ág. Frio 5			100%	0%	1	100%	0%	1
Bomba Ág. Frio 6			100%	0%	1	100%	0%	1
Bombas secundárias			100%	0%				
Bomba Ág. Fria 7			100%	0%	1			
Bomba Ág. Fria 8			100%	0%	1			
Bomba Ág. Fria 9			100%	0%	1			
Bomba Ág. Fria 10			100%	0%	1			
Bomba Ág. Fria 11			100%	0%	1			
Bomba Ág. Fria 12			100%	0%	1	100%	160%*	
Bomba Ág. Fria 13			100%	0%	1			
Bomba Ág. Fria 14			100%	0%	1			
Bomba Ág. Fria 15	100%	55% *	100%	0%	1			
Bomba Ág. Fria 16			100%	0%	1			
Bomba Ág. Fria 17			100%	0%	1			
Bombas de aquecimento			100%	0%		100%	0%	
Bombas primárias			100%	0%		100%	0%	
Bomba Ág. Quente 1			100%	0%	1	100%	0%	1
Bomba Ág. Quente 2			100%	0%	1	100%	0%	1
Bomba Ág. Quente 3			100%	0%	1	100%	0%	1
Bomba Ág. Quente 4			100%	0%	1	100%	0%	1
Bombas secundárias			100%	0%		100%	0%	
Bomba Ág. Quente 7			100%	0%	1	100%	0%	1
Bomba Ág. Quente 8			100%	0%	1	100%	0%	1
Bomba Ág. Quente 9			100%	0%	1	100%	0%	1
Bomba Ág. Quente 10			100%	0%	1	100%	0%	1
Bomba Ág. Quente 11			100%	0%	1	100%	0%	1
Bomba Ág. Quente 12			100%	0%	1	100%	0%	1
Bomba Ág. Quente 13			100%	0%	1	100%	0%	1
Bomba Ág. Quente 14			100%	0%	1	100%	0%	1

* Calculado pela quantidade de cargas

A única alteração entre as duas alternativas propostas é referente à obtenção do consumo das bombas secundárias de água fria. Enquanto a alternativa 1 sugere que se instalem contadores a montante de cada um dos disjuntores do indicador de consumo, resultando numa desagregação de todas as bombas (ou seja é possível conhecer o consumo energético de cada bomba), na alternativa 2 sugere-se que o mesmo seja obtido por subtração de contadores (contador do quadro elétrico – contadores instalados para as restante bombas).

A alternativa 1 possibilita resultados ótimos em termos dos indicadores de qualidade, enquanto que o consumo medido pela alternativa 2 tem algum ruído associado. Como não há informação sobre o calibre destas bombas, o ruído representado com um asterisco, foi calculado com base nas quantidades de disjuntores que, como mencionado no subcapítulo 3.2.3, apresentam valores para os indicadores de qualidades que não descrevem tão bem o que ocorre ao nível do consumo de cargas. Apesar de o consumo da alternativa 2 apresentar resultados piores para os indicadores de qualidade, apresenta uma situação mais económica ou seja, com menor indicador de custo, como pode ser visível no subcapítulo 4.4.2.

Os mapas de quadros e as tabelas de ruído para estes indicadores de consumo podem ser consultados no anexo C, desde a Tabela 76 até à Tabela 82.

4.3.9 Unidade de tratamento e distribuição do ar

A situação inicial para este indicador também apresenta problemas de desagregação em três das UTA's e na UTAN, sendo apenas possível medir o consumo do conjunto, recorrendo ao contador instalado a montante do quadro elétrico Q2_12, obtendo medições com um ruído aparente sem tomada de cerca de 143%. Relativamente à UTA 4, a sua alimentação elétrica provém do quadro Q4_08, que não possui nenhum contador para medir os seus consumos. Posto isto, será o contador instalado a montante do quadro “pai” que regista o valor do seu consumo com o menor ruído que, como pode ser verificado na Tabela 16, apresenta um ruído aparente sem tomadas de 2152%.

Tabela 16 - Representatividade e ruído aparente sem tomadas do indicador de consumo “Unidade de tratamento e distribuição do ar”

Indicador	Situação inicial		Alternativa 1 = Alternativa 2		
	Repr.	Ruído	Repr.	Ruído	nº Contadores novos
total	100%	364%	100%	0	
UTA_4	100%	2152%	100%	0	1
UTA_1			100%	0	1
VR_1			100%	0	1
sub-conjunto					
UTA_2	100%	143%	100%	0	1
VR_2			100%	0	1
UTA_3			100%	0	1
UTAN			100%	0	1

As soluções apresentadas por cada uma das alternativas são idênticas, e passam pela instalação de 7 contadores, 1 por cada carga de indicador de consumo, que permitem desagregar cada unidade, conforme requisitado pelo gestor do edifício, assim como, obter valores ótimos para os indicadores de qualidade. Os mapas de quadro e tabelas de ruído para este indicador de consumo encontram-se no anexo C, da Tabela 83 à Tabela 88.

4.3.10 Bombagem (hidropressoras, furos, água das torres de arrefecimento, água de rega e sanitários)

Cada uma das bombagens tinha um contador que permitia medir o seu consumo, e tal como no indicador *chiller*, a situação inicial garante os melhores resultados possíveis em termos de qualidade de medição e custo, como explicitado na Tabela 17. No anexo C, das Tabelas 89 à Tabela 92, encontra-se cada um dos mapas de quadros deste indicador. Estes constituem uma versão simplificada do mapa de quadros, uma vez que, colocar todos os quadros “filho” do quadro elétrico Q1_01 (que corresponde ao quadro geral de baixa tensão) implicaria fazer uma lista de todos os quadros elétricos do edifício, não trazendo qualquer benefício ao *submetering design*.

Tabela 17 - Representatividade e ruído aparente sem tomadas dos indicadores de consumo “Bombagem (hidropressoras, furos, água das torres de arrefecimento, água de rega e sanitários)”

Indicador	Situação inicial		Alternativa 1 = Alternativa 2		
	Repr.	Ruído	Repr.	Ruído	nº Contadores novos
Bombagem (águas torres de arrefecimento)	100%	0%	100%	0%	
Bombagem (água rega e sanitários)	100%	0%	100%	0%	
Bombagem (hidropressoras)	100%	0%	100%	0%	
Bombagem (furo)	100%	0%	100%	0%	

4.3.11 Iluminação exterior de cais

São dois os disjuntores responsáveis pela alimentação deste indicador que se localizam no quadro elétrico Q2_05, conforme pode ser visto no mapa de quadros representado no anexo C, Tabela 93. Numa fase inicial e com os contadores existentes, medir um valor para este indicador que seja relativamente próximo do real é impossível. Isto porque o contador que mede o consumo da iluminação exterior de cais com o menor ruído possível, corresponde ao contador instalado a montante do quadro Q2_05, que regista o consumo total desse quadro e do quadro elétrico “filho” Q3_09. Apesar de se poder afirmar que, na situação inicial, é possível alcançar 100% de representatividade, o valor lido tem um ruído aparente sem tomadas de 5984%, ruído que inclui 53 cargas de iluminação de *mall*, um dos maiores consumidores energéticos do edifício, e cujo consumo energético é certamente superior ao consumo energético do indicador de consumo.

A solução sugerida pelas duas alternativas passa pela instalação de um contador no disjuntor diferencial, em que circula a corrente das duas cargas da iluminação exterior de cais. Esta solução não diminui totalmente o ruído mas, dado o baixo consumo anual deste indicador, apresenta um bom compromisso qualidade-custo. Note-se que o custo da implementação de dois contadores constituiria cerca de 45% do gasto energético anual com este contador. A evolução da qualidade da medição pode ser constatada na Tabela 18.

Tabela 18 - Representatividade e ruído aparente sem tomadas do indicador de consumo “iluminação exterior de cais” para a situação inicial e alternativas

Indicador	Situação inicial		Alternativa 1=Alternativa 2		
	Repr.	Ruído	Repr.	Ruído	nº Contadores novos
Iext	100%	5984%	100%	200%	1

4.4 Análise comparativa

4.4.1 Representatividade e ruído

De acordo com os resultados obtidos na análise de qualidade, para cada um dos indicadores de consumo, pode-se constatar que a **qualidade de medição aumentou** da **situação inicial** para **qualquer uma das alternativas apresentadas**. O impacto da implementação das duas alternativas toma especial relevo para o sistema AVAC, em que a instalação de novos contadores permite desagregar os consumos de cada um dos principais componentes do sistema, obtendo-se medições com pouco ou nenhum ruído associado.

Comparando as duas alternativas, torna-se notório que a **alternativa 1** apresenta resultados com uma **maior qualidade** para os indicadores de iluminação (de *mall* e parques descobertos), ventilação de parques cobertos e bombas secundárias de água fria. Relativamente às bombas secundárias de água fria, esta alternativa permite a desagregação do consumo de cada uma das bombas, incluindo um maior número de contadores na estratégia. Falta agora analisar o impacto económico de cada uma das alternativas.

4.4.2 Análise económica

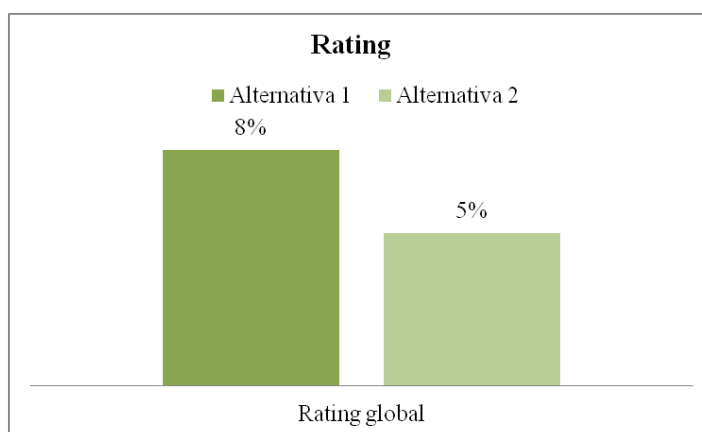
A análise económica teve em consideração alguns pressupostos relacionados com os preços praticados para os diferentes constituintes da estratégia, que se encontram registados na Tabela 19, bem como, as instruções que permitem auferir os custos das estratégias propostas.

Tabela 19 - Tabela de preços

ITEM	Valor		Hipótese
	Por contador	Fixo	
Contadores e TI's	200,00 €		1 por cada contador novo
Contadores (sem TI's)	150,00 €		
TI's (conjunto de 3)	35,00 €		
Proteções (bornes fusíveis para analisadores)	20,00 €		1 por cada contador novo
Rede de comunicação	20,00 €	2 500 €	
Parametrização e endereçamento	20,00 €		50% fixo e 50% proporcional ao número de contadores da estratégia
Unidade de aquisição e transmissão de dados		3 000 €	Proporcional ao número de contadores da estratégia
Aplicação de gestão de consumos - instalação		1 350 €	Independente do nº de contadores
Aplicação de gestão de consumos - parametrização	5,00 €		Independente do nº de contadores

Os custos da estratégia podem ter carácter variável ou fixo, caso o seu valor dependa ou não do número de contadores da estratégia.

Pela “árvore” de contadores efetuada a cada uma das alternativas, representada no anexo D é possível fazer o levantamento de todos os contadores propostos na estratégia, determinando-se o valor do *rating* global, apresentado na Figura 28, e do *rating* para cada um dos indicadores de consumo, apresentado na Figura 29.

Figura 28 - *Rating* global.

Os valores de *rating* obtidos permitem comparar o custo de implementação da estratégia com o consumo energético. Assim, o custo de implementar a totalidade da alternativa 1 é 8% dos gastos com o consumo de energia elétrica do edifício, ao passo que, na alternativa 2, o custo é de 5% dos gastos. A diferença entre os valores de *rating*, 3%, constitui uma diferença de cerca de 9540€ entre as duas alternativas.

O *rating* aplicado individualmente a cada sistema, permite avaliar o impacto da implementação da estratégia de *submetering fine-tuning* **num único indicador de consumo**. Com efeito, cada indicador de consumo terá como custos, além dos custos de carácter variável, a totalidade dos custos fixos.

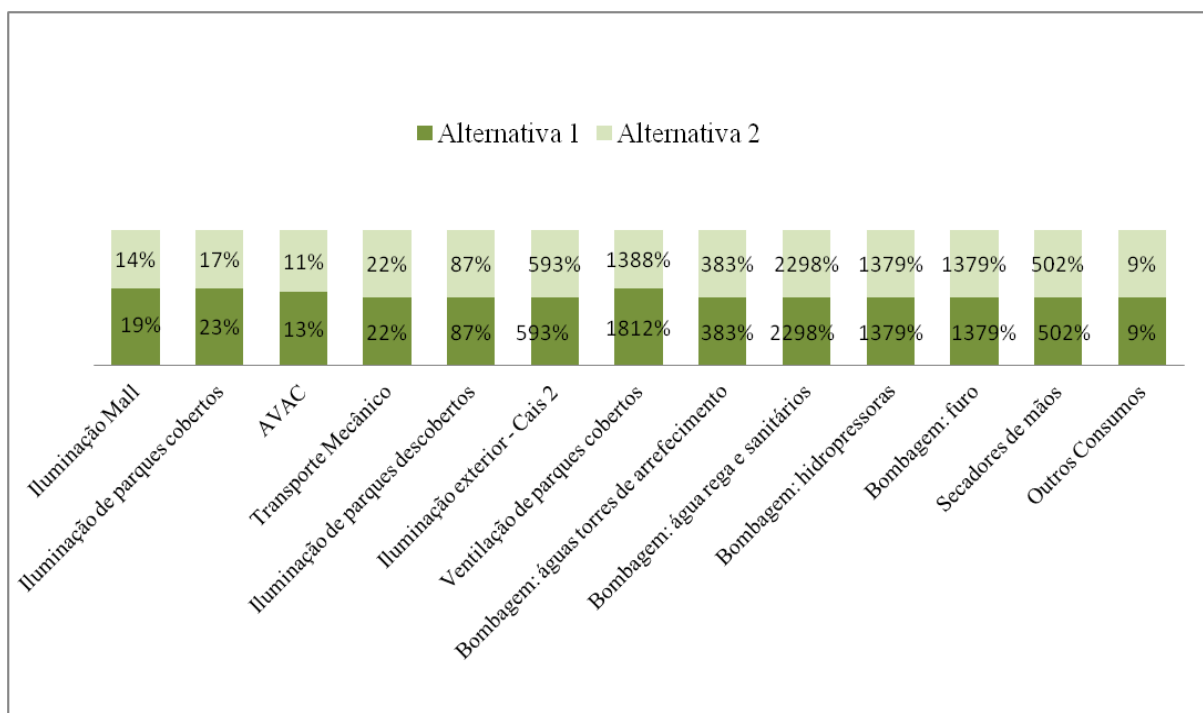


Figura 29 - *Rating* para cada indicador de consumo.

Constata-se que o custo da implementação da estratégia, apenas num sistema, só é inferior ao próprio consumo (inferior a 100%) para a iluminação de *mall*, a iluminação de parques cobertos, o sistema AVAC, o transporte mecânico e ainda, mas quase com 90% de *rating*, a iluminação de parques descobertos. Todos estes sistemas, com exceção do último citado, constituem os principais consumidores energéticos do edifício.

A diferença entre os valores de *rating* permite ainda auferir as variações dos custos de implementação entre as alternativas para cada um dos indicadores de consumo. O valor mais discrepante entre os representados na Figura 29 é proveniente do indicador “ventilação de parques cobertos”, que apresenta uma diferença superior a 400% entre as duas alternativas. O elevado valor deste indicador para a alternativa 1 deriva da inclusão de contadores num sistema cujo consumo energético não é muito elevado. Relembra-se que a inclusão deste sistema na estratégia não teve como critério o mesmo ser um dos principais sistemas consumidores de energia elétrica, mas derivou dos requisitos do dono do edifício. Assim, o elevado *rating* seria algo espetável.

A inclusão dos contadores para minimizar o ruído no indicador iluminação de *mall* e de parques cobertos apresentada na alternativa 1, resultou num aumento de 5% e 6%, respetivamente, no valor do *rating* individual destes indicadores de consumo. Também a desagregação dos consumos para as bombas secundárias de água fria para a alternativa 1, aumentou o seu *rating* em 2%.

Tabela 20 - Orçamento de cada alternativa

	Alternativa 1	Alternativa 2	Poupança
Custo total	109 350,00 €	99 810,00 €	9 540,00 €
Custos			
Iluminação <i>mall</i>	9 950,00 €	7 565,00 €	2 385,00 €
Iluminação de parques cobertos	9 105,00 €	6 940,00 €	2 165,00 €
AVAC	18 600,00 €	15 730,00 €	2 870,00 €
Transporte Mecânico	7 120,00 €	7 120,00 €	0,00 €
Iluminação de parques descobertos	6 940,00 €	6 940,00 €	0,00 €
Iluminação exterior - Cais 2	7 115,00 €	7 115,00 €	0,00 €
Ventilação de parques cobertos	9 060,00 €	6 940,00 €	2 120,00 €
Bombagem: águas torres de arrefecimento	6 895,00 €	6 895,00 €	0,00 €
Bombagem: água rega e sanitários	6 895,00 €	6 895,00 €	0,00 €
Bombagem: hidropressoras	6 895,00 €	6 895,00 €	0,00 €
Bombagem: furo	6 895,00 €	6 895,00 €	0,00 €
Secadores de mãos	7 030,00 €	7 030,00 €	0,00 €
Outros Consumos	6 850,00 €	6 850,00 €	0,00 €

Tendo em conta a Tabela 20, que totaliza os custos de cada uma alternativas, pode apreender-se que, em cada um dos sistemas destacados, o incremento da qualidade foi traduzido num aumento de mais de 2000€.

4.5 Equipamentos

A escolha dos aparelhos destinados à medição deverá respeitar os requisitos referidos no subcapítulo 3.3.1. A Tabela 21 regista a quantidade de equipamentos que cada uma das alternativas requer.

Tabela 21 - Lista dos equipamentos necessários à estratégia

	Alternativa 1	Alternativa 2
Contadores e TI's	71	35
Proteções (bornes fusíveis para analisadores)	71	35
Rede de comunicação (Modbus RTU)	1	1
Etiquetagem	104	68
Unidade de aquisição e transmissão de dados	1	1
Aplicação de gestão de consumos	1	1

É importante ressaltar que a rede de comunicação deverá permitir a interligação da totalidade dos contadores de cada uma das alternativas, isto é, deverá interligar na alternativa 1 os 104 contadores e na alternativa 2 os 68 contadores.

Para cada contador incluído na estratégia são ainda destacadas as diferentes tarefas executadas. No caso de contadores novos, os mesmos deverão ser instalados, interligados à rede e comissionados. Para contadores existentes, deverá ser verificado se os mesmos estão a funcionar corretamente, assim como todos os outros requisitos de comissionamento descritos no subcapítulo 3.3.3. Para todos os contadores será ainda necessário elaborar uma etiquetagem, conforme referido no subcapítulo 3.3.4. A lista de tarefas para cada contador das alternativas pode ser consultada no anexo E.

5 Conclusões e perspectivas de trabalhos futuros

Os sistemas de contagens parciais em grandes edifícios de serviços podem revelar-se ferramentas úteis para uma boa gestão do edifício, permitindo compreender como se distribuem os consumos, assim como uma fácil identificação dos sistemas que tenham consumos diferentes dos espetáveis e os que necessitam de melhorar a sua eficiência energética. Permite ainda averiguar o impacto das medidas de poupança energética, identificando fácil e rapidamente, situações nas quais alguma delas não está a ser cumprida. Apesar do enorme potencial para a gestão de edifícios, verifica-se frequentemente que esta ferramenta é pouco utilizada pelo gestor. Pretendeu-se assim, com este trabalho, desenvolver uma estratégia de requalificação dos sistemas de contagens parciais existentes nos grandes edifícios de serviços, focada no consumo de eletricidade que permita otimizar o sistema de contagens, ou seja, implementar uma metodologia de *submetering fine-tuning*. Além disso, pretendeu-se elaborar critérios que possibilitassem avaliar a qualidade dos resultados obtidos e o custo da estratégia, implementando-a num caso de estudo.

Pode-se constatar que a inclusão dos dois critérios de qualidade, nomeadamente a representatividade e ruído, possibilitaram uma correta agregação e atribuição de contadores em cada indicador de consumo, originando resultados de consumos que constituem boas aproximações ao consumo real do mesmo. A representatividade, que se pretende que seja tão elevada quanto possível, atua no sentido de incluir o máximo possível de cargas do sistema a medir na estratégia. Por outro lado, o ruído, ou melhor, o ruído aparente sem tomadas, atua no sentido de minimizar as cargas que estão a ser medidas na estratégia que não correspondam ao sistema cujos consumos se pretende determinar. A aproximação destes dois indicadores aos seus valores ótimos garante medições que traduzem o consumo real do sistema.

Por outro lado, verificou-se que aumentar a qualidade do consumo obtido (alta representatividade com baixo ruído) é, tipicamente, sinónimo de inclusão de contadores novos na rede elétrica, aumentando consequentemente o custo da estratégia. Muito embora a decisão final sobre a aplicação, ou não, da estratégia dependa única e exclusivamente do cliente, o custo da implementação do sistema terá de ter um valor aceitável, aumentando a possibilidade de o cliente a aprovar. Assim o indicador de custo, ou *rating*, ao comparar o custo da implementação sobre os consumos que o mesmo cobre e impondo que o seu valor seja tão baixo quanto possível, limita a estratégia em termos de custos, permitindo que a mesma tenha valores de custo dentro do aceitável. Sobre este parâmetro pode ainda ser verificado que o valor de *rating* obtido não depende só dos custos de implementação da estratégia, mas também do consumo anual atribuído ao indicador de consumo, beneficiando sistemas cujo consumo seja elevado. Ter presentes os gastos energéticos associados a cada indicador de consumo, mesmo numa fase de *submetering design*, permite ter uma ideia do impacto da instalação de um contador novo no valor do *rating*.

O caso de estudo permitiu realçar a complexidade da rede elétrica num edifício de grandes dimensões. Cada uma das ferramentas criadas com a finalidade de organizar e compilar toda a informação sobre a mesma, tais como o mapa de disjuntores, o mapa de quadros e as tabelas

de ruído, revelaram-se essenciais para que a aplicação do *submetering fine-tuning* decorresse de forma fluída, evitando confusões e dúvidas sobre como a rede se organiza e, de uma forma geral, muito dos erros “humanos”.

Relativamente aos indicadores de consumo em análise, constatou-se que a iluminação de *mall* foi o indicador com maior dispersão nos quadros elétricos, cenário um pouco espetável. Efetivamente, ligar sistemas de iluminação a quadros geograficamente próximos permite uma redução no comprimento dos cabos elétricos resultando numa poupança, não só de material, mas também de energia dissipada por calor nos fios. Esta maior dispersão torna mais difícil a obtenção da total representatividade do indicador de consumo com baixo ruído e custo, sendo portanto necessário encontrar um equilíbrio entre custo e qualidade. Foi ainda possível verificar que, os indicadores de consumo relativos ao sistema AVAC (com exceção dos *chillers*) e a iluminação exterior de cais eram os indicadores de consumo com piores resultados iniciais, em termos de qualidade dos consumos medidos. Por este motivo, e uma vez que o sistema AVAC constituía o principal consumidor deste edifício, considerou-se, nas duas alternativas que o melhoramento dos mesmos deveria ser prioritário.

A “árvore” de quadros permite explicitar, de uma forma esquemática e de fácil perceção, a dinâmica da estratégia, ou seja, como se obtém os consumos de dado indicador de consumo ou sistema, explicitando como são realizadas as somas e subtrações de contadores. Além disso, e pós comissionamento, permite auxiliar a implementação da estratégia na aplicação de gestão de consumos.

Como trabalhos futuros, sugere-se a criação de rotinas de controlo e sistemas de alarmes que possibilitem, como base na estratégia de *submetering* implementada, uma gestão otimizada dos consumos energéticos, com vista a uma redução de consumos. Sugere-se ainda a definição de outras estratégias de requalificação do *submetering* para outros vetores energéticos e para os consumos de água.

Referências

- Argelo. "Diferença entre uma UTA e uma UTAN." Retrieved 15 de Junho de 2015, from <http://www.argelo.pt/UTA.html>.
- Ascenso, R. (2015). Sistemas de certificação de edifícios - Selos para a sustentabilidade. Uma Tecnologia imparável.
- Ashrae (2002). Measurement of Energy and Demand Savings. Atlanta.
- Borges, F. (2007) "Redes de Comunicação Industrial ".
- Butcher, K. J. (2010). CIBSE Guide D - Transportation Systems in Buildings, CIBSE.
- CEEETA "Tecnologias de Micro-Geração e Sistemas Periféricos ".
- CIRCUTOR Current transformers and shunts.
- Circutor. "CVM-MINI Series." Retrieved 18 de Junho de 2015, from <http://circutor.com/en/products/measurement-and-control/fixed-power-analyzers/power-analyzers/cvm-mini-series-detail>.
- CIRCUTOR. "TC Series." Retrieved 18 de Junho de 2015, from <http://circutor.com/en/products/measurement-and-control/measuring-current-transformers-and-shunts/ac-measurement/tc-series-detail>.
- Comerciais, A. P. d. C. "Centros Comerciais." Retrieved 11 de Junho de 2015, from <http://www.apcc.pt/centros/sobre.aspx>.
- Council, N. S. a. T. (2011). SUBMETERING OF BUILDING ENERGY AND WATER USAGE - ANALYSIS AND RECOMMENDATIONS OF THE SUBCOMMITTEE ON BUILDINGS TECHNOLOGY RESEARCH AND DEVELOPMENT.
- Couras, I. M. M. V. (2011). Gestão Técnica de Edifícios - Aplicação em Edifício Escolar, ISEP.
- Desenvolvimento, P. (2012). "Chesf vai inaugurar subestação de Suape." Retrieved 24 de Maio de 2015, from <http://pedesenvolvimento.com/2012/05/23/chesf-vai-inaugurar-subestacao-de-suape/>.
- EDP Instalações elétricas dos edifícios.
- EDP (2004). MANUAL DE ORIENTAÇÃO AOS CONSUMIDORES - ENERGIA REATIVA EXCEDENTE.
- EDP (2011). Manual de ligações à rede eléctrica do serviço público.
- Eduardo, R. (2012). "DR-DISJUNTOR DIFERENCIAL RESIDUAL." Retrieved 20 de Maio de 2015, from <http://resileletrica.blogspot.pt/2012/08/drdisjuntor-diferencial-residual.html>.
- EMPREGO, M. D. E. E. D. (2013). Decreto-Lei n.º 118/2013, Diário da República.

- EnerCare. "Sub-metering - Electricity, Water and Thermal." Retrieved 1 de Junho de 2015, from <https://www.enercare.ca/sub-metering-electricity-water-and-thermal>.
- energia, A.-A. p. a. (2015). "Consumo de energia final por setor de atividade." Retrieved 3 de Abril de 2015, from <http://www.adene.pt/indicador/consumo-de-energia-final-por-setor-de-atividade>.
- energia, A.-A. p. a. (2015). "Consumo de energia primária - ktep." from <http://www.adene.pt/indicador/consumo-de-energia-primaria-ktep>.
- energia, A.-A. p. a. (2015). "Eficiência energética." from <http://www.adene.pt/eficiencia-energetica>.
- energia, A.-A. p. a. (2015). "POLÍTICA ENERGÉTICA." Retrieved 15 de Maio de 2015, from <http://www.adene.pt/politica-energetica>.
- energy, F. "Energy Sources Use." from <http://federalenergy.org/page14.php>.
- energy, G. (2011). "Definição de cogeração." Retrieved 2 de Junho de 2015, from <http://www.galpennergia.com/PT/agalpennergia/os-nossos-negocios/Gas-Power/Power/Cogeracao/Paginas/Definicao-de-cogeracao.aspx>.
- Europa "Protocolo de Quioto relativo às alterações climáticas."
- F, C. g. (2004). *CIBSE guide F: Energy efficiency in buildings*, CIBSE.
- Ferramentas, T. "Analisador De Energia Digital Portátil – AE-200." Retrieved 12 de Junho de 2015, from <http://catalogo.tecnoferramentas.com.br/produtos/instrutherm/analizador-/analizador-de-energia-digital-portatil-ae200>.
- Fluke. "Pinça amperimétrica True-RMS Fluke 325." Retrieved 12 de Junho de 2015, from <http://www.fluke.com/fluke/ptpt/pincas-amperimetricas/fluke-325-true-rms-clamp-meter.htm?pid=74609>.
- Freitas, C. M. (2014). "Protocolo Modbus: Fundamentos e Aplicações." Retrieved 30 de Abril de 2015, from <http://www.embarcados.com.br/protocolo-modbus/>.
- Gamboa, A. (2014). Transformador, Instituto do emprego e formação profissional.
- Gerin, M. (2003). Proteção contra sobrecorrentes e dimensionamento dos condutores, Schneider.
- Gonçalves, F. d. A. A. (2014). "Circuito reserva no quadro de distribuição." Retrieved 19 de Junho de 2015, from <http://www.qibuilder.com.br/qieletrico/circuito-reserva-no-quadro-de-distribuicao/>.
- Guedes, M. V. (1992). A corrente elétrica de magnetização e a formação do circuito equivalente FEUP.
- Infocontrol. "Gestão técnica centralizada." Retrieved 10 de Abril de 2015, from <http://www.infocontrol.pt/253/gestao-tecnica-centralizada.htm>.
- Instruments, N. "O que é aquisição de dados?" Retrieved 9 de Maio, from <http://www.ni.com/data-acquisition/what-is/pt/>.
- instruments, N. (2013). "Soluções National Instruments para medições de corrente e potência." Retrieved 15 de Março de 2015, from <http://www.ni.com/white-paper/8198/pt/#top>.
- Isolani, P. (2008) "A utilização racional de energia em edifícios públicos."
- Ista (2014). CONTADORES DE ENTALPIA - PANORÂMICA GERAL APLICAÇÃO, COMPOSIÇÃO, CARACTERÍSTICAS E DEFINIÇÕES.

Jones, P. (2006). Building energy metering-A guide to energy sub-metering in non-domestic building, CIBSE.

Loureiro, J. M. d. S. (2013). BENCHMARKING ENTRE OS TRIBUNAIS DA RELAÇÃO PORTUGUESES.

luxmagna Unidade de tratamento do ar.

Margirios. "Disjuntor Residencial - Unipolar - DJ-3K1-C4 (Cód.: 12345)." Retrieved 20 de Maio de 2015, from <http://www.margirius.com.br/disjuntor-residencial-unipolar>.

Matos, M. A. (1996). Noções de dimensionamento de canalizações eléctricas, FEUP.

Mikalaiunas, A. (2007). "La protección contra sobrecorrientes mediante interruptores automáticos." Retrieved 14 de Abril de 2015, from <http://www.electromagazine.com.uy/antiores/numero21/sobrecorrientes21.htm>.

MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS, T. E. C. (2006). Decreto-Lei n.º 79/2006, Diário de república.

Ministérios do ambiente, o. d. t. e. e. e. d. s., emprego e segurança social (2013). Portaria nº 349-D/2013, Diário da república.

Modbus (2010). Protocolos Modbus. redesinforma.

Oliveira, J. A. B. (2012). Estudo de eficiência energética de um supermercado, Universidade de Aveiro.

PINHO, C. M. C. T. D. (Abril de 2011). GESTÃO DE ENERGIA TÉRMICA, FEUP.

Quintas, M. R. and P. A. F. d. Abreu (2014). Aparelhagem de comando e proteção, FEUP.

Quintas, M. R. and P. A. F. d. Abreu (2014). Sistemas eléctricos, FEUP.

representações, A. s. Retrieved 23 de Maio de 2015, from <http://andysa.com.br/painel-eletrico/>.

Rodrigues, Á. (2014). Energia e ambiente. FEUP.

Rodrigues, Á. (2014). Introdução à energia. FEUP.

saudáveis, E. (2015). Retrieved 1 de Abril de 2015, from <http://www.edificiossaudaveis.pt/#/homepage>.

Serrano, A. and F. Cunha (2009). REGRAS DE FACTURAÇÃO DE ENERGIA REACTIVA - PERSPECTIVA DOS CONSUMIDORES DA INDÚSTRIA CERÂMICA. CTCV.

services, S. "HOW ENERGY EFFICIENCY BRINGS VALUE TO YOUR BUSINESS." Retrieved 3 de Abril de 2015, from <http://www.greenmoneysavers.com/commercial/>.

Siemens Eficiência Energética – Monitorização e Análise do Consumo Energético de Edifícios.

Silva, A. J. O. e. (2009). Estudo de soluções de sistemas de climatização centralizados versus descentralizados em escolas secundárias portuguesas, FEUP.

Silva, C. R. d. Transformadores Para Instrumentos.

Silva, L. d. "Transformadores de instrumento." Retrieved 23 de Março de 2015, from <http://www.ebah.pt/content/ABAAAAVVYAD/transformador-corrente>.

Solutions, C. E. "Building Energy Management System." Retrieved 9 de Junho de 2015, from <http://www.cityenergysolutions.co.uk/index.php?page=bems>.

Solutions, G. I. (2014). Proteção Diferencial, GE Industrial Solutions.

Souza, V. A. "O Protocolo Modbus ".

tecnologias, e. "Gestão Energética." Retrieved 7 de Abril de 2015, from <http://www.egapi.pt/solucoes/gestao-energetica/>.

Times, S. (2015). "Fixing Pakistan's Energy Mix: A matter of our survival." Retrieved 20 de Maio de 2015, from http://seecstimes.blogspot.pt/2015_01_01_archive.html.

Trane Introduction to HVAC Systems, Trane.

Trane Systems guides - Products, services and controls for integrated air-conditioning and refrigeration solutions in commercial and industrial markets, Trane.

ANEXO A: Fichas da estratégia de metering sugerida pela CIBSE (Jones)

Tabela 22 - *Metering worksheet*

STEPS 1 to 6 WORKSHEET			Start by identifying the largest three or four end uses that can be metered easily; then iterate until at least 90% of each incoming energy is metered. Refer to Pages 10 to 15 for guidance.							
STEP 1			Total annual fuel consumption (estimated) (kW-h/yr) Electricity <u>684 000</u> Gas <u>531 000</u> Other _____							
STEP 2			STEP 3	STEP 4					STEP 5	STEP 6
				Test: Is this practical, easy, etc? If not, go back to Step 3 or Step 4.2						Do the 90% test
Fuel type	Main end uses	Estimated consumption (kW-h/yr)	End-use/area/ system/circuit or tenancy to be measured	Identify any existing meters (Existing buildings only) Step 4.1	Measurement method Step 4.2	Meter code Step 4.3	Meter type Test: Is all major plant metered? Step 4.4	Calculation (Use separate sheet if necessary and reference here)	Estimated energy consumption through meter (kW-h/yr)	Is metered within 90% of incoming Yes/No If not go back to Step 3
ELECTRICITY	Incoming	684000				EM1				
1st Iteration - Electricity										
Electricity	Lighting	180000	Open Plan Lighting		Directly metered	EM2	Electricity		157000	
Electricity	Cooling	90000	Cooling (Screw chillers)		Directly metered	EM3	Electricity		90000	
Electricity	Pumps	27000	Pumps		Directly metered	EM4	Electricity		27000	
								Total Metered	274000	274/684 = 40%
								(1st iteration)		
					IS THIS 90% OF INCOMING ELECTRICITY?					NO! - ADD MORE METERING
2nd Iteration - Electricity (additional metering)										
Electricity	Fans	162000	All Fans		Directly metered	EM4	Electricity			REJECTED AS IMPRACTICAL
Electricity	Lighting		Atrium Lighting		Directly metered	EM5	Electricity		8000	
Electricity	Lighting		External & Car Park Lighting		Directly metered	EM6	Electricity			
Electricity	Lighting		Car Park Lighting		Directly metered	EM7	Electricity		9000	
Electricity	Lighting		External Lighting		Estimated by difference	EM8		= EM6 - EM7	6000	
Electricity	Fans	162000	Fans AHU 1 & 2		Indirect (hours run)	EM9	Hours Run		87000	
Electricity	Fans		Fans AHU 3 & 4		Indirect (hours run)	EM10	Hours Run		75000	
Electricity	Office Equip	112500	Office Equipment		Estimated (CIBSE)	EM11			112500	
Electricity	Comp. Room	76500	Computer Room		Directly metered	EM12	Electricity		76500	
								Total Metered	648000	648/684 = 95%
								(1st & 2nd iteration)		
					IS THIS 90% OF INCOMING ELECTRICITY?					YES!
GAS	Incoming	531000				GM1				
1st Iteration - Gas										
Gas	Space Heating	427500	Space Heating		Directly metered	GM2	Gas		427500	
Gas	DHW	72000	DHW		Estimated from h/w	GM3	Cold water		72000	
Gas	Catering	31500	Gas Catering		Estimated by difference	GM4		= GM1 - GM2 - GM3	31500	
								Total metered	531000	531/531 = 100%
					IS THIS 90% OF INCOMING GAS?					YES!

Tabela 23 - *Metering shedule*

STEP 7 METERING SCHEDULE		Set out metering schedule							
Total estimated incoming fuel			Electricity <div>684 000 kW-h/yr</div> <div>Gas <div>531 000 kW-h/yr</div></div> <div>Other <div>n/a kW-h/yr</div></div>						
Energy			Meters		Method		Meter location		Data connection
Incoming energy	Main end-use	Estimated end-use consumption (kW-h/yr)	Meter code	End-use/area/ system/circuit or tenancy to be measured	Measure method and calculation (where appropriate)	Estimated consumption through each meter (kW-h/yr)	List of physical meters	Location	Type of data system, if any
ELECTRICITY									
	INCOMING	684000	BM1						aM&T
	Lighting	180000	BM2	Open Plan Lighting	Directly metered	157000	Bectricity meter BM2	Main distribution room	aM&T
	Lighting		BM5	Atrium Lighting	Directly metered	8000	Bectricity meter BM5	Main distribution room	aM&T
	Lighting		BM6	External & Car Park Lighting	Directly metered	N/A	Bectricity meter BM6	Ext. Sub room	aM&T
	Lighting		BM8	External Lighting	Estimate by difference	6000			aM&T
	Lighting		BM7	Car Park Lighting	Directly metered	9000	Bectricity meter BM7	Main distribution room	aM&T
	Fans	162000	BM9	Fans AHU 1 & 2	Indirect (hours run)	87000	Hours Run 1	Plant room 2	aM&T
	Fans		BM10	Fans AHU 3 & 4	Indirect (hours run)	75000	Hours Run 2	Plant room 3	aM&T
	Pumps	27000	BM4	Pumps	Directly metered	27000	Bectricity meter BM4	Boilerhouse	aM&T
	Office Equip.	112500	BM11	Office Equipment	Estimated (CBSE)	112500			
	Cooling	90000	BM3	Cooling (Screw chillers)	Directly metered	90000	Bectricity meter BM3	Chiller room	aM&T
	Computer Room	76500	BM12	Computer Room	Directly metered	76500	Bectricity meter BM12	Comp. vent room	aM&T
TOTAL ELECTRICITY METERED						648000			
					Percentage metered =	648/684 = 95%			
GAS									
	INCOMING	531000	GM1						aM&T
	Space Heating	427500	GM2	Space Heating	Directly metered	427500	Gas meter GM2	Boilerhouse	aM&T
	DH/W	67500	GM3	DH/W	Estimated from h/w consumption	72000	Cold w ater meter	Boilerhouse	aM&T
	Catering	22500	GM4	Gas Catering	Estimated by difference	31500	Gas meter GM4	Kitchen	aM&T
TOTAL GAS METERED						531000			
					Percentage metered =	531/531 = 100%			
LIST BELOW ANY EXISTING METERS NOT BEING USED IN THE METERING STRATEGY									
	No electricity meters								
	No gas meters								
									</

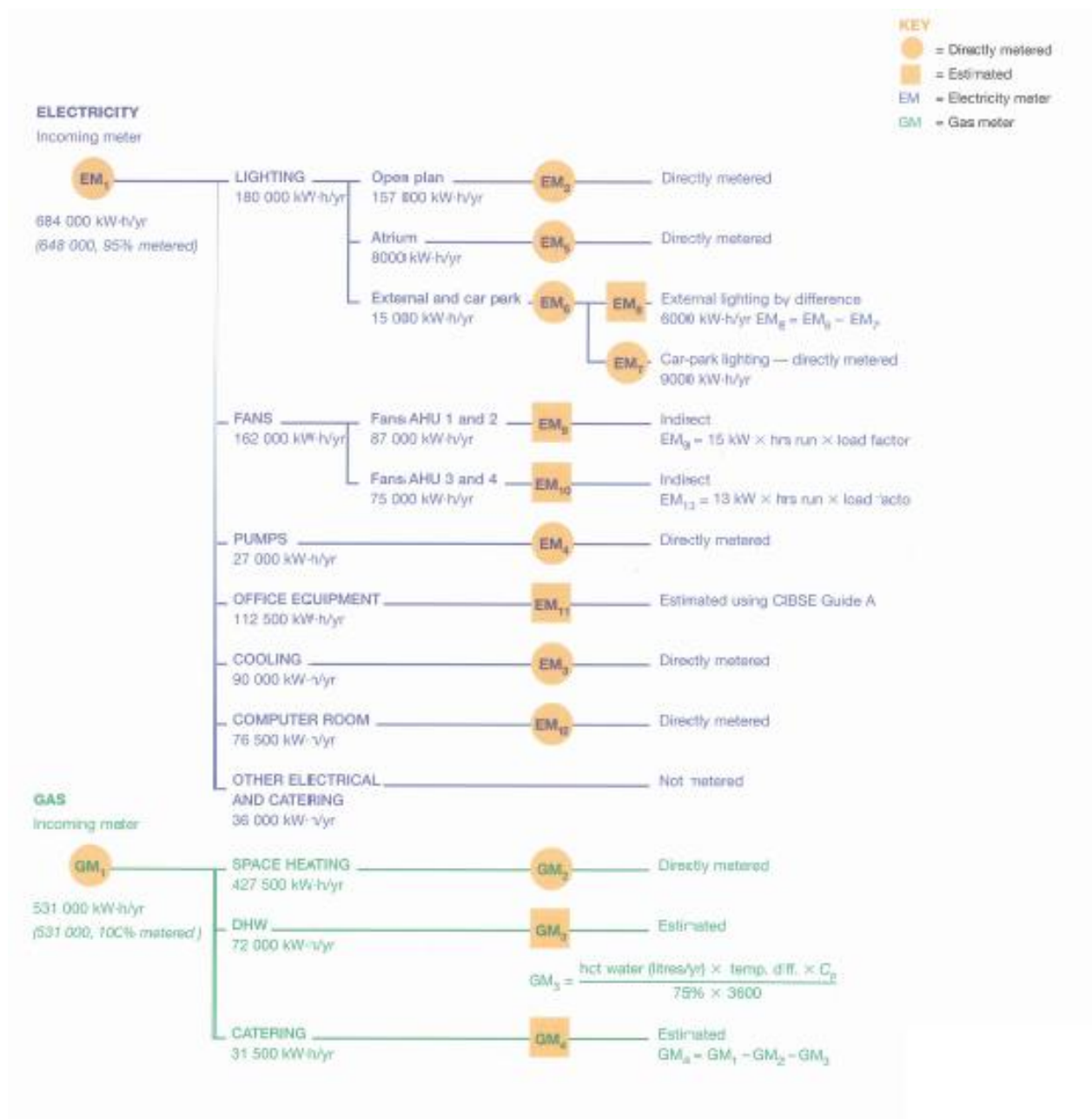


Figura 30 - Diagrama da estratégia.

ANEXO B: Diagrama da rede de quadros elétricos do centro comercial do caso de estudo

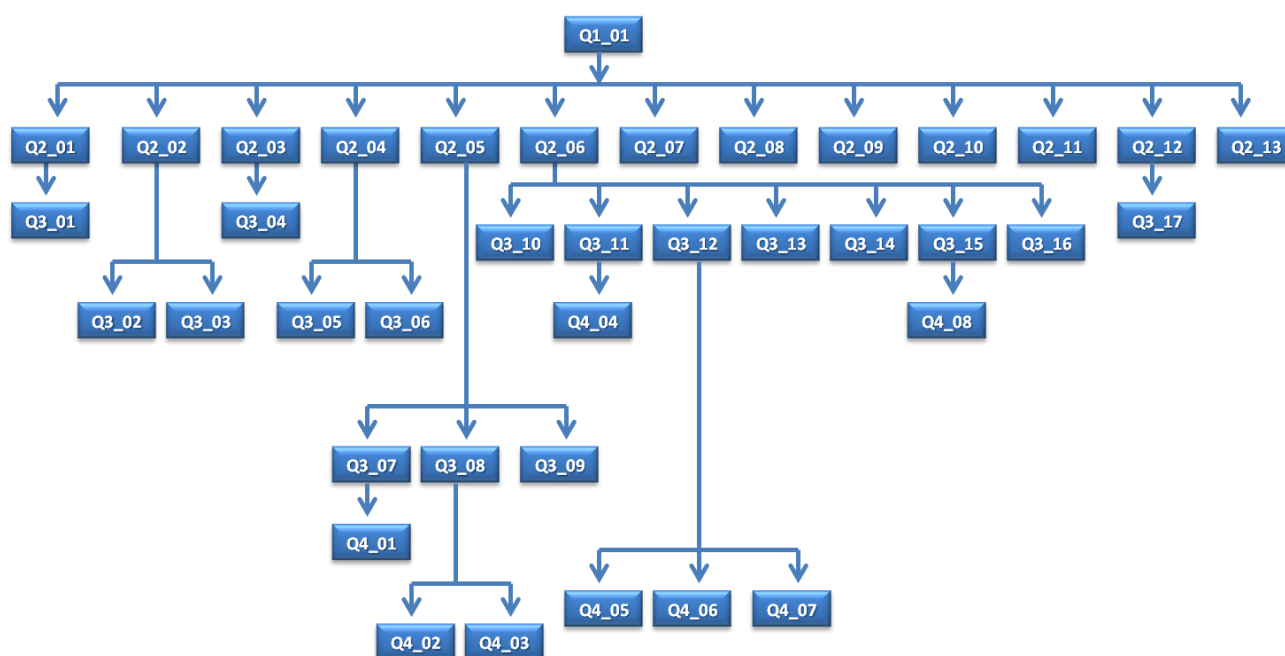


Figura 31 - Diagrama da rede de quadros elétricos do edifício.

ANEXO C: Mapas de quadro e tabelas de ruído

- Iluminação de *mall*
- Situação inicial

Tabela 24 - Mapa de quadros do indicador "iluminação de *mall*" para o estado inicial

	Quadro										DISJUNTORES (Excluindo Quadros)										CALIBRES (excluindo Quadros)									
	Nível					Totais		IM [%]		Contador	IM		Com contador		Outras cargas		Ruído		Falhas	IM		Com contador		Outras cargas		Ruído		Falhas		
	1	2	3	4	5	Disj. (Qt)	Cal. (A)	Disj. (Qt)	Cal. (A)		Qt.	%	Contador	Qt.	%	Qt.	%	Qt.	%	A	%	Contador	A	%	A	%	A	%		
-1		Q2_1				100	1243	0%	0%	C1_01_001	1	1%		1	1%	0%	0%	0%	0%	1	10	1%			0%	0%	0%	10		
			Q3_01			80	887	0%	0%		1	1%			0%	0%	0%	0%	0%	1	10	1%			0%	0%	0%	10		
0		Q2_03				101	1260	1%	1%	C1_01_003	2	2%		2	2%	0%	0%	0%	0%	2	20	2%			0%	0%	0%	20		
			Q3_04			87	948	1%	1%		2	2%			0%	0%	0%	0%	0%	2	20	2%			0%	0%	0%	20		
		Q2_05				146	1939	21%	19%	C1_01_005	53	36%		9	6%	29	20%	57	39%		637	33%		216	11%	386	20%	732	38%	
			Q3_07			42	536	2%	1%	C2_05_001	4	10%			0%	0%	0%	0%	0%	4	40	7%			0%	0%	0%	40		
				Q4_01		7	145	0%	0%		0	0%			0%	0%	0%	0%	0%	0	0	0%			0%	0%	0%	0		
			Q3_08			59	739	2%	1%	C2_05_002	4	7%			0%	0%	0%	0%	0%	4	40	5%			0%	0%	0%	40		
				Q4_02		32	404	0%	0%		0	0%			0%	0%	0%	0%	0%	0	0	0%			0%	0%	0%	0		
				Q4_03		19	283	2%	1%		4	21%			0%	0%	0%	0%	0%	4	40	14%			0%	0%	0%	40		
				Q3_09		68	1106	16%	19%		41	60%			0%	23	34%	4	6%		656	59%		0%	368	33%	82	7%		
		Q2_06				117	1537	17%	15%	C1_01_006	44	38%		4	3%	37	32%	32	27%		503	33%		64	4%	454	30%	500	33%	
			Q3_10			39	607	3%	2%	C2_06_001	8	21%			0%	0%	0%	0%	0%	8	80	13%			0%	0%	0%	80		
				Q3_11		43	499	0%	0%	C2_06_002	0	0%			0%	0%	0%	0%	0%	0	0	0%			0%	0%	0%	0		
				Q4_04		10	205	0%	0%		0	0%			0%	0%	0%	0%	0%	0	0	0%			0%	0%	0%	0		
				Q3_12		53	756	0%	0%	C2_06_003	1	2%			0%	0%	0%	0%	0%	1	16	2%			0%	0%	0%	16		
				Q4_05		6	78	0%	0%		0	0%			0%	0%	0%	0%	0%	0	0	0%			0%	0%	0%	0		
				Q4_06		29	388	2%	3%		6	21%			0%	0%	0%	0%	0%	6	92	24%			0%	0%	0%	92		
				Q4_07		30	480	9%	10%		22	73%			0%	0%	0%	0%	0%	22	352	73%			0%	0%	0%	352		
				Q3_13		74	1184	21%	24%		53	72%			0%	18	24%	3	4%		836	71%		0%	282	24%	66	6%		
				Q3_14		16	193	0%	0%	C2_06_005	1	6%			0%	0%	0%	0%	1	10	5%			0%	0%	0%	0%	10		
				Q3_15		32	456	1%	1%	C2_06_006	2	6%			0%	0%	0%	0%	2	20	4%			0%	0%	0%	0%	20		
				Q4_08		9	129	0%	0%		0	0%			0%	0%	0%	0%	0	0	0%			0%	0%	0%	0%	0		
				Q3_16		10	100	2%	1%		4	40%			0%	4	40%	2	20%		40	40%		0%	40	40%	20	20%		

Tabela 25 - Tabela de ruído do quadro Q2_05

	Carga	Disjuntores	
		Qt.	A
Q2_5	Iluminação cais	2	32
	Alim. Compact. Lixo	1	20
	Anúncios Luminosos	2	32
	Botões Pressão	1	6
	Cabo 5x10 Fora Serviço no Cais Cartão	1	32
	Iluminação Áreas Técnicas	9	96
	Iluminação Directório	2	20
	Iluminação Exterior	1	10
	Iluminação Instalações Sanitárias	3	36
	Letreiros Saída	14	140
	Quadro Novo	1	32
	Retentores Portas	1	16
	Sistema CCTV	3	30
	Telefones	2	12
	Tensão de Comando	2	26
	Tomadas	10	160
	U.C.L.	1	16
	QN_16	1	16
Total		57	732

Tabela 26 - Tabela de ruído do quadro Q2_06

	Carga	Disjuntores	
		Qt.	A
Q2_6	Anúncios Luminosos	3	42
	Directório	1	10
	Iluminação Corredores Técnicos	3	26
	Letreiros Saída	6	60
	Portas Automáticas	2	32
	Relógio	1	16
	Semáforo	1	16
	Sistema CCTV	4	64
	Telefones	2	32
	Tensão de Comando	2	26
	Tomadas	6	96
	Vazio	1	80
	Total	32	500

Tabela 27- Tabela de ruído do quadro Q3_09

	Carga	Disjuntores	
		Qt.	A
Q3_9	Reclamos	2	32
	Directório	2	50
	Total	4	82

Tabela 28 - Tabela de ruído do quadro Q3_13

	Carga	Disjuntores	
		Qt.	A
Q3_13	Directório	2	50
	Tomadas	1	16
	Total	3	66

Tabela 29 - Tabela de ruído do quadro Q3_16

	Carga	Disjuntores	
		Qt.	A
Q13_16	U.P.S.	1	10
	Iluminação Áreas Técnicas	1	10
	Total	2	20

• Alternativa 1

Tabela 30 - Mapa de quadros da iluminação de *mall* da alternativa 1

	Quadro										DISJUNTORES (Excluido Quadro)										CALIBRES (excluido Quadro)																			
	Nível					Totais					IM [%]					Contador					IM					Outras cargas					IM					Outras cargas				
	1	2	3	4	5	Disj. (Qt)	Cat. (A)	Disj. (Qt)	Cat. (A)	Contador	Qt.	%	Contador	Qt.	%	Contador	Qt.	%	Contador	Qt.	%	Contador	Qt.	%	Contador	Qt.	%	Contador	Qt.	%	Contador	Qt.	%							
																																		Com contador	Reserv./ Desact.	Ruído	Falhas	Com contador	Reserv./ Desact.	Ruído
-1	Q2_1					100	1243	0%	0%	C1_01_001	1	1%		1	1%		0%	0%		0%	0%		1	10	1%		0%	0%		0%	0%	10								
	Q3_01					80	887	0%	0%					1	1%		0%	0%		0%	0%		1	10	1%		0%	0%		0%	0%	10								
0	Q2_03					101	1260	1%	1%	C1_01_003	2	2%		2	2%		0%	0%		0%	0%		2	20	2%		0%	0%		0%	0%	20								
	Q3_04					87	948	1%	1%					2	2%		0%	0%		0%	0%		2	20	2%		0%	0%		0%	0%	20								
	Q2_05					148	1971	21%	19%	C1_01_005	53	38%		53	38%		37	25%		29	20%		29	20%	1	637	32%		484	23%	386	20%	464							
	Q3_07					42	536	2%	1%	C2_05_001	4	10%		4	10%		0%	0%		0%	0%		4	40	7%		0%	0%		0%	0%	40								
	Q4_01					7	145	0%	0%		0	0%		0	0%		0%	0%		0%	0%		0	0	0%		0%	0%		0%	0%	0								
	Q3_08					59	739	2%	1%	C2_05_002	4	7%		4	7%		0%	0%		0%	0%		4	40	5%		0%	0%		0%	0%	40								
	Q4_02					32	404	0%	0%		0	0%		0	0%		0%	0%		0%	0%		0	0	0%		0%	0%		0%	0%	0								
	Q4_03					19	283	2%	1%		4	21%		4	21%		0%	0%		0%	0%		4	40	14%		0%	0%		0%	0%	40								
	Q3_09					68	1106	16%	15%		41	60%		41	60%		23	34%		4	6%		23	34%	4	6%		656	59%		368	33%	82							
	Q2_06					117	1537	17%	15%	C1_01_006	44	38%		44	38%		20	17%		37	32%		13	11%		503	33%		388	19%	454	30%	254							
	Q3_10					39	607	3%	2%	C2_06_001	8	21%		8	21%		0%	0%		0%	0%		8	80	13%		0%	0%		0%	0%	80								
	Q3_11					43	499	0%	0%	C2_06_002	0	0%		0	0%		0%	0%		0%	0%		0	0	0%		0%	0%		0%	0%	0								
	Q4_04					10	205	0%	0%		0	0%		0	0%		0%	0%		0%	0%		0	0	0%		0%	0%		0%	0%	0								
	Q3_12					53	756	0%	0%	C2_06_003	1	2%		1	2%		0%	0%		0%	0%		1	16	2%		0%	0%		0%	0%	16								
	Q4_05					6	78	0%	0%		0	0%		0	0%		0%	0%		0%	0%		0	0	0%		0%	0%		0%	0%	0								
	Q4_06					29	388	2%	3%		6	21%		6	21%		0%	0%		0%	0%		6	62	24%		0%	0%		0%	0%	62								
	Q4_07					30	480	9%	10%	C1_12_001	22	73%		22	73%		8	27%		0%	0%		0	0	0%		352	73%		128	27%	0%								
	Q3_13					74	1184	21%	24%		53	72%		53	72%		18	24%		3	4%		18	24%	3	4%		836	71%		282	24%	66							
	Q3_14					16	193	0%	0%	C2_06_005	1	6%		1	6%		0%	0%		0%	0%		1	10	5%		0%	0%		0%	0%	10								
	Q3_15					32	456	1%	1%	C2_06_006	2	6%		2	6%		0%	0%		0%	0%		2	20	4%		0%	0%		0%	0%	20								
	Q4_08					9	129	0%	0%		0	0%		0	0%		0%	0%		0%	0%		0	0	0%		0%	0%		0%	0%	0								
	Q3_16					10	100	2%	1%		4	40%		4	40%		0%	0%		4	40%		2	20%		40	40%		0%	40	40%	20								

Tabela 31 - Tabela de ruído do quadro elétrico Q2_05 da alternativa 1

	Carga	Disjuntores	
		Qt.	A
Q2_5	Iluminação exterior de cais	2	32
	U.C.L.	1	16
	Alim. Compact. Lixo	1	20
	Anúncios Luminosos	2	32
	Cabo 5x10 Fora Serviço no Cais Cartão	1	32
	Iluminação Áreas Técnicas	1	16
	Iluminação diretório	2	20
	Iluminação Exterior	1	10
	Iluminação Instalações Sanitárias	1	16
	Letreiros Saída	2	20
	QN_16	1	16
	Quadro Novo	1	32
	Retentores Portas	1	16
	Tensão de Comando	2	26
	Tomadas	10	160
	Total	29	464

Tabela 32 - Tabela de ruído do quadro elétrico Q2_06 da alternativa 1

	Carga	Disjuntores	
		Qt.	A
Q2_6	Tensão de Comando	2	26
	Anúncios Luminosos	3	42
	Vazio	1	80
	Tomadas	6	96
	diretório	1	10
	Total	13	254

Tabela 33 - Tabela de ruído do quadro elétrico Q3_09 da alternativa 1

	Carga	Disjuntores	
		Qt.	A
Q3_9	Reclamos diretório	2	32
		2	50
	Total	4	82

Tabela 34 - Tabela de ruído do quadro elétrico Q3_13 da alternativa 1

	Carga	Disjuntores	
		Qt.	A
Q3_13	diretório	2	50
	Tomadas	1	16
	Total	3	66

Tabela 35 - Tabela de ruído do quadro elétrico Q3_16 da alternativa 1

	Carga	Disjuntores	
		Qt.	A
Q13_16	U.P.S.	1	10
	Iluminação Áreas Técnicas	1	10
	Total	2	20

• Alternativa 2

Tabela 36 - Mapa de quadros da iluminação de *mall* para a alternativa 2

	Nível	Quadro										DISJUNTORES (Excluindo Quadros)										CALIBRES (excluindo Quadros)											
		Totais					IM [%]					Contador	IM					Outras cargas					IM					Outras cargas					
		1	2	3	4	5	Disj. (Qt)	Cal. (A)	Disj. (Qt)	Cal. (A)	Qt.		%	Contador	Com contador	Qt.	%	Reserv./ Desact.	Qt.	%	Ruído	Falhas	Qt.	%	Contador	Com contador	Qt.	%	Reserv./ Desact.	Qt.	%	Ruído	Falhas
-1	Q2_1						100	1242	0%	0%	C1_01_001	1	1%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1	10	1%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	10	
	Q3_01						80	887	0%	0%		1	1%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1	10	1%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	10	
0	Q2_03						101	1260	1%	1%	C1_01_003	2	2%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2	20	2%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	20	
	Q3_04						87	948	1%	1%		2	2%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2	20	2%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	20	
	Q2_06						146	1939	21%	19%	C1_01_005	53	36%		9	6%	29	20%	57	39%	0%	4	40	7%		216	11%	386	20%	732	38%	40	
	Q3_07						42	536	2%	1%	C2_05_001	4	10%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4	40	7%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	40	
	Q4_01						7	145	0%	0%		0	0%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0	0	0%		0%	0%	0%	0%	0%	0		
	Q3_08						59	739	2%	1%	C2_05_002	4	7%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4	40	5%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	40	
	Q4_02						32	404	0%	0%		0	0%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0	0	0%		0%	0%	0%	0%	0%	0		
	Q4_03						19	283	2%	1%		4	21%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4	40	14%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	40	
	Q3_09						68	1106	10%	19%		41	60%		0%	23	34%	4	6%	0%	0%	656	59%		0%	368	33%	82	7%	0%	0%	40	
	Q2_06						117	1537	17%	15%	C1_01_006	44	38%		4	3%	37	32%	32	27%	0%	503	33%		64	4%	454	30%	500	33%	0%	0%	40
	Q3_10						39	607	3%	2%	C2_06_001	8	21%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	8	80	13%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	80		
	Q3_11						43	499	0%	0%	C2_06_002	0	0%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0	0	0%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0		
	Q4_04						10	205	0%	0%		0	0%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0	0	0%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0		
	Q3_12						53	756	0%	0%	C2_06_003	1	2%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	1	16	2%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	16		
	Q4_05						6	78	0%	0%		0	0%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0	0	0%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0		
	Q4_06						29	388	2%	3%		6	21%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	6	92	24%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	92		
	Q4_07						30	480	9%	10%	C1_12_001	22	73%		0%	8	27%	0%	0%	0%	352	73%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
	Q3_13						74	1184	21%	24%		53	72%		0%	18	24%	3	4%	0%	836	71%		0%	282	24%	66	6%	0%	0%	0%	0%	
	Q3_14						16	193	0%	0%	C2_06_005	1	6%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	1	10	5%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	10		
	Q3_15						32	456	1%	1%	C2_06_006	2	6%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	2	20	4%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	20		
	Q4_08						9	129	0%	0%		0	0%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0	0	0%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0		
	Q3_16						10	100	2%	1%		4	40%		0%	4	40%	2	20%	0%	40	40%		0%	40	40%	20	20%	0%	0%	0%	0%	

Tabela 37 - Tabela de ruído do quadro Q2_05

	Carga	Disjuntores	
		Qt.	A
Q2_5	Iluminação cais	2	32
	Alim. Compact. Lixo	1	20
	Anúncios Luminosos	2	32
	Botões Pressão	1	6
	Cabo 5x10 Fora Serviço no Cais Cartão	1	32
	Iluminação Áreas Técnicas	9	96
	Iluminação diretório	2	20
	Iluminação Exterior	1	10
	Iluminação Instalações Sanitárias	3	36
	Letreiros Saída	14	140
	Quadro Novo	1	32
	Retentores Portas	1	16
	Sistema CCTV	3	30
	Telefones	2	12
	Tensão de Comando	2	26
	Tomadas	10	160
	U.C.L.	1	16
	QN_16	1	16
Total		57	732

Tabela 38 - Tabela de ruído do quadro Q2_06

	Carga	Disjuntores	
		Qt.	A
Q2_6	Anúncios Luminosos	3	42
	Diretório	1	10
	Iluminação Corredores Técnicos	3	26
	Letreiros Saída	6	60
	Portas Automáticas	2	32
	Relógio	1	16
	Semáforo	1	16
	Sistema CCTV	4	64
	Telefones	2	32
	Tensão de Comando	2	26
	Tomadas	6	96
	Vazio	1	80
	Total	32	500

Tabela 39 - Tabela de ruído do quadro Q3_09

	Carga	Disjuntores	
		Qt.	A
Q3_9	Rechamos	2	32
	Diretório	2	50
	Total	4	82

Tabela 40 - Tabela de ruído do quadro Q3_13

	Carga	Disjuntores	
		Qt.	A
Q3_13	Diretório	2	50
	Tomadas	1	16
	Total	3	66

Tabela 41 - Tabela de ruído do quadro Q3_16

	Carga	Disjuntores	
		Qt.	A
Q13_16	U.P.S.	1	10
	Iluminação Áreas Técnicas	1	10
	Total	2	20

- Iluminação de parques cobertos
- Situação inicial/Alternativa 2

Tabela 42 - Mapa de quadros para a iluminação de parques cobertos para a situação inicial

	Quadro										DISJUNTORES (Excluindo Quadros)										CALIBRES (excluindo Quadros)									
	Nível					Totais		IPC (%)		Contador	IPC		Outras cargas				Ruído	Falhas	IPC		Outras cargas				Ruído	Falhas				
	1	2	3	4	5	Disj. (Qt)	Cal. (A)	Disj. (Qt)	Cal. (A)		Qt.	%	Contador	Com contador	Qt.	%			Reserv. / Desact.	Qt.	%	A	%	Contador			Com contador	Qt.	%	Reserv. / Desact.
Parque 1 (PISO -1)	Q2_1					100	1241	24%	22%	CL_01_001	34	34%		2	2%	38	38%	26	26%	100	25%		80	80%	332	332%	274	274%		
						80	887	22%	22%		31	39%				0%	29	29%	20	25%	100	25%		332	332%	274	274%			
Parque 2 (PISO 0)	Q2_3					100	1250	26%	26%	CT_01_003	36	36%		3	3%	33	33%	29	29%	120	30%		120	100%	402	402%	378	378%		
						87	948	28%	28%		40	46%				0%	26	30%	21	24%	400	400%		402	402%	378	378%			

Tabela 43 - Tabela de ruído do quadro Q2_01 para a situação inicial

Carga	Disjuntores	
	Qt.	A
Alim. Central Monóxido Carbono	1	16
Alimentação Placard	1	16
Alimentação Sirenes	1	10
Iluminação Corredor Técnico	3	30
Iluminação de Mall	1	10
Letreiros Saída	7	70
Portão	1	16
Reclamos	3	48
Sistema CCTV	2	20
Tensão de Comando	2	26
Tomadas	2	32
U.C.L.	1	16
QN_14	1	40
Total	26	350

Tabela 44 - Tabela de ruído do quadro Q2_03 para a situação inicial

Carga	Disjuntores	
	Qt.	A
Alimentação Barreiras	1	16
Alimentação Central	1	16
Alimentação Placard	1	16
Alimentação Sirenes	1	10
Directório (OFF)	1	16
Iluminação Corredor Técnico	3	30
Iluminação de Mall	2	20
Iluminação Quadro	1	10
Letreiros Saída	7	70
Portão	2	32
Reclamos	1	16
Sistema CCTV	2	20
Tensão de Comando	2	26
Tomadas	2	32
U.C.L.	1	16
QN_15	1	32
Total	29	378

Tabela 45 - Tabela de ruído do quadro Q3_01 para a situação inicial

Carga	Disjuntores	
	Qt.	A
Alimentação Barreiras	1	10
Alimentação Placard	1	10
Alimentação Sirenes	1	10
Iluminação Áreas Técnicas	1	10
Iluminação de Mall	1	10
Letreiros Saída	6	60
Mister PC	1	25
Portão	1	16
Reclamos	1	16
Sistema CCTV	2	20
Tensão de Comando	2	26
Tomadas	2	32
Total	20	245

Tabela 46 - Tabela de ruído do quadro Q3_04 para a situação inicial

Carga	Disjuntores	
	Qt.	A
Alim. Central Monóxido Carbono	2	32
Alimentação Barreiras	1	10
Alimentação Sirenes	1	10
Iluminação Áreas Técnicas	1	10
Iluminação de Mall	2	20
Letreiros Saída	6	60
Portão	1	16
Sistema CCTV	2	20
Tensão de Comando	2	26
Tomadas	2	20
QN_19	1	16
Total	21	240

- Alternativa 1

Tabela 47 - Mapa de quadros da iluminação de parques cobertos para a alternativa 1

	Quadro											DISJUNTORES (Excluindo Quadro)										CALIBRES (excluindo Quadro)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
	Nível					Totais		IPC [%]		Contador	IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas					IPC					Outras cargas				

Tabela 49 - Tabela de ruído do quadro Q2_03 para a alternativa 1

Carga	Disjuntores	
	Qt.	A
Alimentação Barreiras	1	16
Alimentação Central	1	16
Alimentação Placard	1	16
Alimentação Sirenes	1	10
Directório (OFF)	1	16
Iluminação Corredor Técnico	3	30
Iluminação de Mall	2	20
Iluminação Quadro	1	10
Letreiros Saída	1	10
Portão	2	32
Reclamos	1	16
Sistema CCTV	2	20
Tensão de Comando	2	26
Tomadas	2	32
U.C.L.	1	16
QN_15	1	32
Total	23	318

Tabela 48 - Tabela de ruído do quadro Q2_01 para a alternativa 1

Carga	Disjuntores	
	Qt.	A
Alim. Central Monóxido Carbono	1	16
Portão	1	16
Iluminação de mall	1	10
Iluminação Corredor Técnico	3	30
U.C.L.	1	16
Tensão de Comando	2	26
Tomadas	2	32
Reclamos	3	48
Total	14	194

Tabela 50 - Tabela de ruído do quadro Q3_01 para a alternativa 1

Carga	Disjuntores	
	Qt.	A
Alimentação Sirenes	1	10
Iluminação Áreas Técnicas	1	10
Iluminação de Mall	1	10
Mister PC	1	25
Portão	1	16
Reclamos	1	16
Tensão de Comando	2	26
Tomadas	2	32
Total	10	145

Tabela 51 - Tabela de ruído do quadro Q3_04 para a alternativa 1

Carga	Disjuntores	
	Qt.	A
Alimentação Barreiras	1	10
Alimentação Sirenes	1	10
Iluminação Áreas Técnicas	1	10
Iluminação de Mall	2	20
Portão	1	16
Sistema CCTV	2	20
Tensão de Comando	2	26
Tomadas	2	20
QN_19	1	16
Total	13	148

- Ventilação de parques cobertos
- Situação inicial/Alternativa 2

Tabela 52 - Mapa de quadros da ventilação de parques cobertos para a situação inicial

	Quadro													DISJUNTORES (Excluindo Quadros)										CALIBRES (excluindo Quadros)										
	Nível					Totais		VPC [%]		Contador	VPC			Outras cargas							VPC			Outras cargas										
	1	2	3	4	5	Disj. (Qt)	Cal. (A)	Disj. (Qt)	Cal. (A)		Qt.	%	Contador	Com contador	Qt.	%	Reserv./ Desact.	Qt.	%	Ruído	Falhas	Qt.	%	Contador	Com contador	Qt.	%	Reserv./ Desact.	Qt.	%	Ruído	Falhas		
																																	A	%
Parque 1 (PISO -1)	Q2_02					3	42	0%	0%	C1_01_002	0	0%	0%	0%	0%	3	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	42	100%	0%	0%	0%	0%	0%
	Q3_02					33	552	22%	22%		24	73%	0%	0%	0%	9	27%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	452	82%	82%	0%	0%	100	100%	0%
	Q3_03					40	676	29%	28%		32	80%	0%	0%	0%	0%	8	20%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	580	86%	86%	0%	0%	96	94%	14%
Parque 2 (PISO 0)	Q2_04					3	42	0%	0%	C1_01_004	0	0%	0%	0%	0%	3	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	42	100%	0%	0%	0%	0%	0%	
	Q3_05					34	622	23%	25%		25	74%	0%	0%	0%	0%	9	26%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	522	84%	84%	0%	0%	100	100%	0%
	Q3_06					38	638	27%	26%		30	79%	0%	0%	0%	0%	8	21%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	548	86%	86%	0%	0%	96	94%	14%

Tabela 53 - Tabela de ruído do quadro Q3_02

para a situação inicial

	Carga		Disjuntores	
	Qt.	A	Qt.	A
Q3_02	Comando		5	42
	PLC		3	48
	Tomada		1	10
	TOTAL		9	100

Tabela 54 - Tabela de ruído do quadro Q3_03

para a situação inicial

	Carga		Disjuntores	
	Qt.	A	Qt.	A
Q3_03	Comando		4	38
	PLC		3	48
	Tomada		1	10
	TOTAL		8	96

Tabela 55 - Tabela de ruído do quadro Q3_05

para a situação inicial

	Carga		Disjuntores	
	Qt.	A	Qt.	A
Q3_05	Comando		5	42
	PLC		3	48
	Tomada		1	10
	TOTAL		9	100

Tabela 56 - Tabela de ruído do quadro Q3_06

para a situação inicial

	Carga		Disjuntores	
	Qt.	A	Qt.	A
Q3_06	Comando		4	32
	PLC		3	48
	Tomada		1	10
	TOTAL		8	90

- Alternativa 1

Tabela 57 - Mapa de quadros da ventilação de parques cobertos para a alternativa 1

	Quadro										DISJUNTORES (Excluindo Quadros)														CALIBRES (excluindo Quadros)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	Nível					Totais		VPC [%]		Contador	VPC		Outras cargas										VPC		Outras cargas																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	1	2	3	4	5	Disj. (Qt)	Cal. (A)	Disj. (Qt)	Cal. (A)		Qt.	%	Contador	Com contador	Reserv./ Desact.	Qt.	%	Ruído	Falhas	Qt.	A	%	Contador	Com contador	Reserv./ Desact.	Qt.	A	%	Ruído	Falhas																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					

Tabela 58 - Tabela de ruído do quadro Q3_02

para a alternativa 1

	Carga		Disjuntores	
	Qt.	A	Qt.	A
Q3_02	Tomada		1	10
	TOTAL		1	10

Tabela 59 - Tabela de ruído do quadro Q3_03

para a alternativa 1

	Carga		Disjuntores	
	Qt.	A	Qt.	A
Q3_03	Tomada		1	10
	TOTAL		1	10

Tabela 60 - Tabela de ruído do quadro Q3_05

para a alternativa 1

	Carga		Disjuntores	
	Qt.	A	Qt.	A
Q3_05	Tomada		1	10
	TOTAL		1	10

Tabela 61 - Tabela de ruído do quadro Q3_06

para a alternativa 1

	Carga		Disjuntores	
	Qt.	A	Qt.	A
Q3_06	Tomada		1	10
	TOTAL		1	10

- Iluminação de parques descobertos

Tabela 62 - Mapa de quadros para a iluminação de parques descobertos

	Quadro										DISJUNTORES (Excluindo Quadros)										CALIBRES (excluindo Quadros)									
	Nível					Totais		IPC [%]		Contador	IPD			Outras cargas			Ruído	Falhas	IPC		Contador	Outras cargas			Ruído	Falhas				
	1	2	3	4	5	Disj (Qt)	Cal (A)	Disj (Qt)	Cal (A)		Qt.	%	Contador	Com contador	Reserv./ Desact.	Qt.			%	A		%	Com contador	Reserv./ Desact.			A	%	A	%
Parque 4	Q2_5					146	1939	0%	0%	C1_01_005	0	0%		0%	0	0%	0	0%		0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%		
	Q3_07					42	536	67%	67%	C2_05_001	2	5%	C3_07_D04	0	1	2%	2	5%	64	12%		0%	10	2%	20	4%				
	Q3_08					59	739	0%	0%	C2_05_002	0	0%		0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%				
	Q3_09					68	1106	0%	0%		0	0%		0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%		
Parque 3	Q2_6					117	1537	33%	33%	C1_01_006	1	1%	C2_06_D14	0	1	1%	0	0%	32	2%		0%	16	1%	0	0%				
	Q3_10					39	607	0%	0%	C2_06_001	0	0%		0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%		
	Q3_11					33	499	0%	0%	C2_06_002	0	0%		0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%		
	Q3_12					53	756	0%	0%	C2_06_003	0	0%		0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%		
	Q3_13					74	1184	0%	0%		0	0%		0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%		
	Q3_14					16	193	0%	0%	C2_06_005	0	0%		0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%		
	Q3_15					32	456	0%	0%	C2_06_006	0	0%		0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%		
	Q3_16					10	100	0%	0%		0	0%		0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%		

Tabela 63 - Tabela de ruído para o quadro Q3_07

Q3_7	Carga		Disjuntores	
	Iluminação de mall		Qt.	A
	Total		2	20

- Transporte mecânico

Tabela 64 - Mapa de quadros para o transporte mecânico

	Nível					Tensão					TM [%]		Contador	TM		Osmos cargas					TM					Osmos cargas																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
	1	2	3	4	5	Dia	(Qt)	Cal	(A)	Dia	(Qt)	Cal		(A)	Qt	%	Contador	Com contador	Qt	%	Reserva / Direct	Qt	%	Falhas	Qt	%	Contador	Com contador	Qt	%	Reserva / Direct	Qt	%	Falhas	Qt	%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								

Tabela 65 - Tabela de ruído para o quadro Q2_07

Q2_7	Carga		Disjuntores	
	Ventilador Ar Condicionado		Qt.	A
	Iluminação Áreas Técnicas		1	16
	Tomadas		2	50
	Letreiros Saída		1	10
	U.C.L.		1	10
	Iluminação e Tomadas Cabine Elevador/Monta-Cargas		3	30
	Total		9	136

Tabela 66 - Tabela de ruído para o quadro Q2_08

	Carga	Disjuntores	
		Qt.	A
Q2_8	Iluminação e Tomadas Cabine Elevador/Monta-Cargas	3	30
	Ventilador Ar Condicionado	1	16
	Tomadas	2	50
	Letreiros Saída	1	10
	U.C.L.	1	10
	Total	8	116

Tabela 67 - Tabela de ruído para o quadro Q2_09

Q2_9	Carga		Disjuntores	
	Ventilador Ar Condicionado		Qt.	A
	Iluminação Elevadores/Monta-Cargas		1	16
	Tomadas		3	30
	Letreiros Saída		2	50
	Total		7	106

Tabela 68 - Tabela de ruído para o quadro Q2_10

Q2_10	Carga		Disjuntores	
	Ventilador Ar Condicionado		Qt.	A
	Letreiros Saída		1	16
	Iluminação Elevadores/Monta-Cargas		1	10
	Tomadas		3	30
	Total		9	132

- *Chiller*

Tabela 75 - Mapa de quadros para os *chillers*

	Quadros										DISJUNTORES (Excluindo Quadros)										CALIBRES (excluindo Quadros)									
	Nível					Totais		Chillers [%]		Contador	Chillers		Outras cargas						Chillers		Outras cargas									
	1	2	3	4	5	Disj. (Qt)	Cal. (A)	Disj. (Qt)	Cal. (A)		Qt.	%	Com contador	Reserv./ Desact.	Qt.	%	Ruído	Falhas	A	%	Com contador	Reserv./ Desact.	A	%	Ruído	Falhas				
chiller 1	Q2_11					50	2153	100%	100%	C1_01_015	2	4%	C2_11_020						1260		C2_11_020									
chiller 2																														

- Bombas primárias
- Situação inicial

Tabela 76 - Mapa de quadros das bombas primárias na situação inicial

Quadro										DISJUNTORES (Excluindo Quadros)										CALIBRES (excluindo Quadros)									
Nível					Totais		B.P. [%]		Contador	B.P.		Outras cargas		Ruído	Falhas	B.P.		Outras cargas		Ruído	Falhas								
1	2	3	4	5	Disj. (Qt)	Cal. (A)	Disj. (Qt)	Cal. (A)		Qt.	%	Com contador	Reserv./ Desact.			Qt.	%	A	%			Com contador	Reserv./ Desact.	A	%				
1	2	3	4	5	Disj. (Qt)	Cal. (A)	Disj. (Qt)	Cal. (A)	C1_01_014	10	20%	2	4%	2	4%	492	23%	1260	59%	126	6%	275	13%						

Tabela 77 - Tabela de ruído do quadro Q2_11 na situação inicial para as bombas primárias

	Carga	Disjuntores	
		Qt.	A
Q2_11	Bomba Água Fria	11	-
	Bomba Água Quente	8	80-ind
	Bomba água quente off	2	80
	Chiller Absorção	1	20
	Comando	12	130
	QN_16	1	25
	Tomadas	1	20
	Total	36	275

- Alternativa 1/Alternativa 2

Tabela 78 - Mapa de quadros para as bombas primárias na alternativa 1 e alternativa 2

	Quadro										DISJUNTORES (Excluindo Quadros)										CALIBRES (Excluindo Quadros)																					
	Nível					Totais		B.P. [%]		Contador	B.P.		Outras cargas		Ruído	Falhas	B.P.		Outras cargas		Ruído	Falhas																				
	1	2	3	4	5	Disj. (Qt)	Cal. (A)	Disj. (Qt)	Cal. (A)		Qt.	%	Com contador	Reserv./ Desact.			Qt.	%	A	%			Com contador	Reserv./ Desact.	A	%																
Bomba frio 1	Q2_11					50	2153	1	1	C1_01_015	30	20%	0	0	0	0	492	23%	0	0%	0	0%																				
Bomba frio 2																																										
Bomba frio 3																																										
Bomba frio 4																																										
Bomba frio 5																																										
Bomba frio 6																																										
Bomba quente 1																																										
Bomba quente 2																																										
Bomba quente 3																																										
Bomba quente 4																																										

- Bombas secundárias
- Situação inicial

Tabela 79 - Mapa de quadros na situação inicial para as bombas secundárias

Quadro										DISJUNTORES (Excluindo Quadros)										CALIBRES (excluindo Quadros)									
Nível					Totais		B.S. [%]		Contador	B.S.		Outras cargas		Ruído	Falhas	B.S.		Outras cargas		Ruído	Falhas								
1	2	3	4	5	Disj. (Qt)	Cal. (A)	Disj. (Qt)	Cal. (A)		Qt.	%	Contador	Com contador	Reserv./ Desact.	Qt.	%	A	%	Contador	Com contador	Reserv./ Desact.	A	%						
Q2_11					50	2153	100%		C1_01_015	19	38%	2	4%	2	4%	VSD		1260		136	6%	767	36%						

Tabela 80 - Tabela de ruído para o quadro Q2_11 nas bombas secundárias

	Carga	Disjuntores	
		Qt.	A
Q2_11	Bombas água fria	6	378
	Bombas água quente	4	114
	Bomba água quente off	2	80
	Chiller Absorção	1	20
	Comando	12	130
	QN_16	1	25
	Tomadas	1	20
	Total	27	767

○ Alternativa 1

Tabela 81 - Mapa de quadros para as bombas secundárias na alternativa 1

	Quadro									DISJUNTORES (Excluindo Quadros)										CALIBRES (excluindo Quadros)					
	Nível					Totais	B.S. [%]		Contador	B.S.					B.S.										
	1	2	3	4	5		Disj. (Qt)	Cal. (A)		Disj. (Qt)	Cal. (A)	Qt.	%	Contador	Com contador	Reserv./ Desact.	Ruído	Falhas	Qt.	%	Contador				
Bomba Água Fria 9	Q2_11					50	2153	100%	C1_01_005	19	38%	C2_11_002					VSD								
Bomba Água Fria 10												C2_11_003													
Bomba Água Fria 11												C2_11_004													
Bomba Água Fria 12												C2_11_005													
Bomba Água Fria 13												C2_11_006													
Bomba Água Fria 14												C2_11_007													
Bomba Água Fria 15												C2_11_008													
Bomba Água Fria 16												C2_11_009													
Bomba Água Fria 17												C2_11_010													
Bomba Água Fria 7												C2_11_009													
Bomba Água Fria 8												C2_11_008													
Bomba Água Quente 11												C2_11_006													
Bomba Água Quente 12												C2_11_007													
Bomba Água Quente 9												C2_11_008													
Bomba Água Quente 10												C2_11_009													
Bomba Água Quente 7												C2_11_005													
Bomba Água Quente 8												C2_11_006													
Bomba Água Quente 13												C2_11_007													
Bomba Água Quente 14												C2_11_008													

○ Alternativa 2

Tabela 82 - Mapa de quadros para as bombas secundárias na alternativa 2

	Quadro										DISJUNTORES (Excluindo Quadros)										CALIBRES (excluindo Quadros)									
	Nível					Totais	B.S. [%]		Contador	B.S.					Outras cargas					B.S.					Outras cargas					
	1	2	3	4	5		Disj. (Qt)	Cal. (A)		Disj. (Qt)	Cal. (A)	Qt.	%	Contador	Com contador	Reserv./ Deact.	Qt.	Ruído	%	Falhas	Qt.	%	Contador	Com contador	Reserv./ Deact.	Qt.	Ruído	%	Falhas	
Bomba Água Quente 11	Q2_11					50	2153	100%	-	C1_01_015	19	38%	C2_11_002																	
Bomba Água Quente 12													C2_11_003																	
Bomba Água Quente 9													C2_11_004																	
Bomba Água Quente 10													C2_11_005																	
Bomba Água Quente 7													C2_11_006																	
Bomba Água Quente 8													C2_11_007																	
Bomba Água Quente 13													C2_11_008																	
Bomba Água Quente 14													C2_11_009																	
Bomba Água Quente 15													C2_11_010																	
Bomba Água Quente 16													C2_11_011																	
Bomba Água Quente 17													C2_11_012																	
Bomba Água Quente 18													C2_11_013																	
Bomba Água Quente 19													C2_11_014																	
Bomba Água Quente 20													C2_11_015																	

- Unidade de tratamento e distribuição do ar
- Situação inicial

Tabela 83 - Mapa de quadros para a unidade de tratamento e distribuição do ar na situação inicial

Quadro										DISJUNTORES (Excluindo Quadros)										CALIBRES (excluindo Quadros)											
Nível					Totais		Ventilação (regulada) [%]		Contador	ventilação (regulada)			Outras cargas				Ventilação (regulada)			Outras cargas											
1	2	3	4	5	Disj. (Qt)	Cal. (A)	Disj. (Qt)	Cal. (A)		Qt.	%	Contador	Com contador	Qt.	%	Reserv./ Desact.	Qt.	Ruído	%	Falhas	A	%	Contador	Com contador	Qt.	%	Reserv./ Desact.	A	Ruído	%	Falhas
Q2_06					117	1537	0%	0%	C1_01_006	0	0%		0%		0%		0%			0	0%		0%			0%		0%			
Q3_10					39	607	0%	0%	C2_06_001	0	0%		0%		0%		0%			0	0%		0%			0%		0%			
Q3_11					43	499	0%	0%	C2_06_002	0	0%		0%		0%		0%			0	0%		0%			0%		0%			
Q4_04					10	205	0%	0%		0	0%		0%		0%		0%			0	0%		0%			0%		0%			
Q3_12					53	756	0%	0%	C2_06_003	0	0%		0%		0%		0%			0	0%		0%			0%		0%			
Q4_05					6	78	0%	0%		0	0%		0%		0%		0%			0	0%		0%			0%		0%			
Q4_06					29	388	0%	0%		0	0%		0%		0%		0%			0	0%		0%			0%		0%			
Q4_07					30	480	0%	0%		0	0%		0%		0%		0%			0	0%		0%			0%		0%			
Q3_13					74	1184	0%	0%		0	0%		0%		0%		0%			0	0%		0%			0%		0%			
Q3_14					16	193	0%	0%	C2_06_005	0	0%		0%		0%		0%			0	0%		0%			0%		0%			
Q3_15					32	456	0%	0%	C2_06_006	0	0%		0%		0%		0%			0	0%		0%			0%		0%			
Q4_08					9	129	13%	11%		1	11%		0	0%	2	22%	6	67%		25	19%		0%		26	20%	78	60%			
Q3_16					10	100	0%	0%		0	0%		0%		0%		0%			0	0%		0%		0%	0%		0%			
Q2_12					25	474	63%	73%	C1_01_012	5	20%		0	0%	3	12%	17	68%		170	30%		0%	36	8%	268	57%				
Q3_17					5	62	25%	14%		2	40%		0	0%	0	0%	3	60%		32	52%		0%	7	1%	10	16%				

Tabela 84 - Tabela de ruído para o quadro Q2_12

	Carga		Disjuntores	
	Qt.	A	Qt.	A
Q2_12	Ventilador Extração	11	218	
	Tomadas	1	10	
	UCL Fumadores	1	16	
	Comando	4	24	
	Total	17	268	

Tabela 85 - Tabela de ruído para o quadro Q4_08

	Carga		Disjuntores	
	Qt.	A	Qt.	A
Q4_08	Ventilador Extração	2	50	
	Tomadas	1	16	
	Comandos	3	12	
	Total	6	78	

Tabela 86 - Tabela de ruído para o quadro Q3_15

	Carga		Disjuntores	
	Qt.	A	Qt.	A
Q3_15	Central Comunicações	1	16	
	Central Som	1	16	
	Iluminação de Mall	2	20	
	Letreiros Saida	1	10	
	Modem	1	16	
	Refrig.	1	16	
	Reserva/Reserva Equipada	11	158	
	Secador de Mãos	2	32	
	Sistema Registos Entrada	1	16	
	Telefax	1	16	
	Tensão de Comando	2	12	
	Tomadas	5	80	
	Ventiloconvectores	3	48	
	Total	32	456	

Tabela 87 - Tabela de ruído para o quadro Q3_17

	Carga		Disjuntores	
	Qt.	A	Qt.	A
Q3_17	Cortina Ar Quente	2	20	
	Ventilador Extração	1	10	
	Total	3	30	

○ Alternativa 1/Alternativa 2

Tabela 88 - Mapa de quadros da unidade de tratamento e distribuição do ar para a alternativa 1 e alternativa 2

	Quadros										DISJUNTORES (excluindo Quadros)										CALIBRES (excluindo Quadros)									
	Nível					Totais	Ventilação (regulada) [%]		Contador	ventilação (regulada)			Outras cargas			Ruído	Falhas	Ventilação (regulada)			Outras cargas			Ruído	Falhas					
	1	2	3	4	5		Disj. (Qt)	Cal. (A)		Qt.	%	Contador	Com contador	Reserv./ Desact.	Qt.			%	Contador	A	%	Contador	A			%	Contador	A	%	
UTA_4	Q2_06					117	1527	0%	0%	C1_01_006	0	0%	0%	0%	0%	0%	0	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%					
	Q3_10					39	607	0%	0%	C2_06_001	0	0%	0%	0%	0%	0%	0	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%						
	Q3_11					43	499	0%	0%	C2_06_002	0	0%	0%	0%	0%	0%	0	0%	0%	0%	0%	0%	0%							
	Q4_04					10	205	0%	0%	0	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0	0%	0%	0%	0%	0%	0%							
	Q3_12					53	756	0%	0%	C2_06_003	0	0%	0%	0%	0%	0%	0	0%	0%	0%	0%	0%	0%							
	Q4_05					6	78	0%	0%	0	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0	0%	0%	0%	0%	0%	0%							
	Q4_06					29	388	0%	0%	0	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0	0%	0%	0%	0%	0%	0%							
	Q4_07					30	480	0%	0%	0	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0	0%	0%	0%	0%	0%	0%							
	Q3_13					74	1184	0%	0%	0	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0	0%	0%	0%	0%	0%	0%							
	Q3_14					16	193	0%	0%	C2_06_005	0	0%	0%	0%	0%	0%	0	0%	0%	0%	0%	0%	0%							
	Q3_15					32	456	0%	0%	C2_06_006	0	0%	0%	0%	0%	0%	0	0%	0%	0%	0%	0%	0%							
	Q4_08					9	129	13%	100%	0	1	11%	C4_08_001	0%	0%	0%	0%	25	19%	C4_08_001	0%	0%	0%	0%						
	Q2_16					10	103	0%	0%	0	0	0%	0%	0%	0%	0%	0	0%	0	0%	0%	0%	0%							
	UTA_1_VR_1										C2_12_002								C2_12_002											
	UTA_1_VR_2										C2_12_003								C2_12_003											
UTA_1_VR_3										C2_12_005								C2_12_005												
UTA_1_VR_4										C2_12_006								C2_12_006												

- Bombagem (hidropressoras)

Tabela 89 - Mapa de quadros da bombagem (hidropressoras)

Nível					Quadro		BH [%]		Contador	BH		DISJUNTORES (Excluindo Quadros)					BH		CALIBRES (excluindo Quadros)				
1	2	3	4	5	Dsj. (Qt)	Cal. (A)	Dsj. (Qt)	Cal. (A)		Qt.	%	Contador	Com contador	Reserv./ Desact.	Ruído	Falhas	A	%	Contador	Com contador	Reserv./ Desact.	Ruído	Falhas
Q1_01					53	11691	100%	100%		1		C1_01_025					32						

- Bombagem (furos)

Tabela 90 - Mapa de quadros da bombagem (furos)

Nível					Quadro		BF [%]		Contador	BF		DISJUNTORES (Excluindo Quadros)					BF		CALIBRES (excluindo Quadros)				
1	2	3	4	5	Dsj. (Qt)	Cal. (A)	Dsj. (Qt)	Cal. (A)		Qt.	%	Contador	Com contador	Reserv./ Desact.	Ruído	Falhas	A	%	Contador	Com contador	Reserv./ Desact.	Ruído	Falhas
Q1_01					53	11691	100%	100%		1		C1_01_026					32						

- Bombagem (água torres de arrefecimento)

Tabela 91 - Mapa de quadros da bombagem (água de torres de arrefecimento)

Nível					Quadro		QBA [%]		Contador	QBA		DISJUNTORES (Excluindo Quadros)					QBA		CALIBRES (excluindo Quadros)				
1	2	3	4	5	Dsj. (Qt)	Cal. (A)	Dsj. (Qt)	Cal. (A)		Qt.	%	Contador	Com contador	Reserv./ Desact.	Ruído	Falhas	A	%	Contador	Com contador	Reserv./ Desact.	Ruído	Falhas
Q1_01					53	11691	100%	100%		1		C1_01_023					50						

- Bombagem (água de rega e sanitários)

Tabela 92 - Mapa de quadros da bombagem (água de rega e sanitários)

Nível					Quadro		QCB [%]		Contador	QCB		DISJUNTORES (Excluindo Quadros)					QCB		CALIBRES (excluindo Quadros)				
1	2	3	4	5	Dsj. (Qt)	Cal. (A)	Dsj. (Qt)	Cal. (A)		Qt.	%	Contador	Com contador	Reserv./ Desact.	Ruído	Falhas	A	%	Contador	Com contador	Reserv./ Desact.	Ruído	Falhas
Q1_01					53	11691	100%	100%		1		C1_01_014					32						

- Iluminação exterior de cais 2

- Inicial

Tabela 93 - Mapa de quadros da iluminação exterior de cais

Quadro										DISJUNTORES (Excluindo Quadros)										CALIBRES (excluindo Quadros)									
Nível					Totais		Iluminação de cais (%)		Contador	Iluminação de cais		Outras cargas					Iluminação de cais		Outras cargas										
1	2	3	4	5	Dsj (Qt)	Cal (A)	Dsj (Qt)	Cal (A)		Qt	%	Contador	Com contador	Reserv./ Desact.	Ruído	Falhas	Qt	%	Contador	Com contador	Reserv./ Desact.	Ruído	Falhas						
Q2_05					146	1939	100%	100%	C1_01_005	2	1%	9	0	29	108	74%	32	2%	216	11%	286	15%	1337	69%					
Q3_07					42	536	0%	0%	C2_05_001	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Q4_01					7	145	0%	0%		0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Q3_08					59	739	0%	0%	C2_05_002	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Q4_02					32	404	0%	0%		0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Q4_03					19	283	0%	0%		0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Q3_09					68	1106	0%	0%		0	0%	0	0	23	45	66%	0	0%	0	0	368	33%	738	67%					

Tabela 94 - Tabela de ruído do quadro Q2_05

	Carga	Disjuntores	
		Qt.	A
Q2_5	Iluminação mall	53	637
	Alim. Compact. Lixo	1	20
	Anúncios Luminosos	2	32
	Botões Pressão	1	6
	Cabo 5x10 Fora Serviço no Cais Cartão	1	32
	Iluminação Áreas Técnicas	9	96
	Iluminação Directório	2	20
	Iluminação Exterior	1	10
	Iluminação Instalações Sanitárias	3	36
	Letreiros Saída	14	140
	Quadro Novo	1	32
	Retentores Portas	1	16
	Sistema CCTV	3	30
	Telefones	2	12
	Tensão de Comando	2	26
	Tomadas	10	160
	U.C.L.	1	16
	QN_16	1	16
	Total	108	1337

Tabela 95 - Tabela de ruído do quadro Q3_09

	Carga	Disjuntores	
		Qt.	A
Q3_9	Reclamos	2	32
	Iluminação de mall	41	656
	Directório	2	50
	Total	45	738

- Alternativa 1

Tabela 96 - Mapa de quadros para a iluminação exterior de cais na alternativa 1 e alternativa 2

Quadro										DISJUNTORES (Excluindo Quadros)										CALIBRES (excluindo Quadros)									
Nível					Totais		Iluminação de cais (%)		Contador	Iluminação de cais		Com contador		Reserv./ Deract.		Ruído		Faltas	Iluminação de cais		Com contador		Reserv./ Deract.		Ruído		Faltas		
1	2	3	4	5	Disj (Qt)	Cal (A)	Disj (Qt)	Cal (A)		Qt.	%	Qt.	%	Qt.	%	Qt.	%		A	%	A	%	A	%	A	%			
	Q2_05				146	1939	100%	100%	C1_01_005	2	1%	C2_05_005	0%		0%	4	3%		32	2%		0%			64	3%			
	Q3_07				42	536	0%	0%	C2_05_005		0%		0%		0%		0%			0%	0%		0%			0%	0%		
	Q4_01				7	145	0%	0%			0%		0%		0%		0%			0%	0%		0%			0%	0%		
	Q3_08				59	739	0%	0%	C2_05_005		0%		0%		0%		0%			0%	0%		0%			0%	0%		
	Q4_02				32	404	0%	0%			0%		0%		0%		0%			0%	0%		0%			0%	0%		
	Q4_03				19	283	0%	0%			0%		0%		0%		0%			0%	0%		0%			0%	0%		
	Q3_09				68	1109	0%	0%			0%		0%		0%		0%			0%	0%		0%			0%	0%		

** O ruído obtido deriva do contador diferencial e está descriminado na Tabela seguinte:

Tabela 97 - Tabela de ruído do contador diferencial

Carga	Disjuntores	
	Qt.	A
Iluminação de mall	4	64
Total	4	64

Anexo D: “Árvores” de Contadores

- Árvore de contadores para a alternativa um

Tabela 98 - Árvore de contadores 1: Sistemas

ID		Label	sistemas				Representatividade	100%
Somar			subtrair					
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID	
-	-	Iluminação						
-	-	Transporte Mecânico						
-	-	Avac						
-	-	Ventilação de parques cobertos						
-	-	Bombagem (águas torres de arrefecimento)						
-	-	Bombagem (água rega e sanitários)						
-	-	Bombagem (hidropressoras)						
-	-	Bombagem (furo)						

Tabela 99 - Árvore de contadores 1: Iluminação

Tabela 99 - Árvore de contadores 1. Iluminação							
ID		Label		Iluminação		Representatividade	
Somar				subtrair			
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
-	-	Iluminação de mall e food-court					
-	-	Iluminação de parques cobertos					
-	-	Iluminação de parques descobertos					
-	-	Iluminação exterior - Cais 2					

Tabela 100 - Árvore de contadores 1: Iluminação mall

ID		Label		IM		Representatividade	
Somar				subtrair			
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
-	-	Piso 1					
-	-	Piso 2					

Tabela 101 - Árvore de contadores 1: Iluminação mall, piso 1

ID		Label		Piso 1		Representatividade	94%
Somar				subtrair			
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
Q.G.B.T.	Q.G.S.C.2	Q.G.S.C.2_ID61	61	Q.G.S.C.2	Q.S.C. 2.1	Q.S.C. 2.1_ID062	62
				Q.G.S.C.2	Q.S.C. 2.2	Q.S.C. 2.2_ID063	63
				Q.G.S.C.2	Diferencial s/ref. 3	IE_C2_ID064	64
				Q.G.S.C.2	Diferencial s/ref. 5	AUX_IM_ID065	65
				Q.G.S.C.2	Diferencial s/ref. 6	AUX_IM_ID066	66
				Q.G.S.C.2	Diferencial s/ref. 10	IE_C2_ID067	67
				Q.G.S.C.2	Diferencial s/ref. 11	IE_C2_ID068	68
				Q.G.S.C.2	Diferencial s/ref. 25	SM_ID069	69
				Q.G.S.C.2	D.T.M. 2.1	TM_ID054	54

Tabela 102 - Árvore de contadores 1: Iluminação mall, piso 2

ID		Label		Piso 2		Representatividade	89%
Somar				subtrair			
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
Q.G.B.T.	Q.G.S.C.3	Q.G.S.C.3_ID70	70	Q.G.S.C.3	Q.S.C. 3.1	Q.S.C. 3.1_ID071	71
Q.S.C. 3.3	Q.ILUM.S.C.4	Q.ILUM.S.C.4_ID074	74	Q.G.S.C.3	Q.S.C. 3.2	Q.S.C. 3.2_ID072	72
				Q.G.S.C.3	Q.S.C. 3.3	Q.S.C. 3.3_ID073	73
				Q.G.S.C.3	Q.S.SEG.C.C.	Q.S.SEG.C.C._ID075	75
				Q.G.S.C.3	Q.A.AD.	Q.A.AD._ID076	76
				Q.G.S.C.3	Diferencial s/ref. 1	IE_C2_ID077	77
				Q.G.S.C.3	Diferencial s/ref. 2	AUX_IM_ID078	78
				Q.G.S.C.3	Diferencial s/ref. 5	IE_C2_ID079	79
				Q.G.S.C.3	Diferencial s/ref. 6	IE_C2_ID080	80
				Q.G.S.C.3	Diferencial s/ref. 14	IE_C2_ID081	81
				Q.G.S.C.3	Diferencial s/ref. 17	IE_C2_ID082	82

Tabela 103 - Árvore de contadores 1: Iluminação de parques cobertos

ID		Label		IPC		Representatividade	
Somar				subtrair			
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
-	-	Parque 1					
-	-	Parque 2					

Tabela 104 - Árvore de contadores 1: Iluminação de parques cobertos, parque 1

ID		Label	Parque 1			Representatividade	
Somar			subtrair				
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
Q.G.B.T.	Q.G.P.E.0	Q.G.P.E.0_ID084	84	Q.G.P.E. 0	diferencial s/ref. 2	AUX_IM_ID085	85
				Q.G.P.E. 0	diferencial s/ref. 7	IE_C2_ID086	86
				Q.G.P.E. 0	Q.B.D.	Q.B.D_ID087	87
				VARIOS	diferencial s/ref. 1	IE_C2_ID088	88
				LETREIROS SAÍDA	diferencial s/ref. 4	AUX_IM_ID089	89
				Q.G.P.E. 0	Tapete 1+2	TM_T_1_2_ID051	51

Tabela 105 - Árvore de contadores 1: Iluminação de parques cobertos, parque 2

ID		Label	Parque 2			Representatividade	
Somar			subtrair				
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
Q.G.B.T.	Q.G.P.E.1	Q.G.P.E.1_ID104	104	Q.G.P.E. 1	diferencial s/ref.1	AUX_IM_ID105	105
				Q.P.P.E. 1	diferencial s/ref.4	AUX_IM_ID106	106
				Q.P.P.E. 1	diferencial s/ref.9	AUX_IM_ID107	107
				Q.G.P.E. 1	Tapete 3+4	TM_T_3_4_ID052	52
				Q.G.P.E. 1	Escada rolante	TM_ESC_ID053	53

Tabela 106 - Árvore de contadores 1: Iluminação de parques descobertos

ID		Label	IPD		Representatividade	100%	
Somar			subtrair				
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
-	-	Parque 4					
-	-	Parque 3					

Tabela 107 - Árvore de contadores 1: Iluminação de parques descobertos, parque 4

ID		Label	Parque 4			Representatividade	100%
Somar			subtrair				
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
O.G.S.C. 3	Ilum. Exterior P4	IPD_P4_ID81	81				

Tabela 108 - Árvore de contadores 1: Iluminação de parques descobertos, parque 3

ID		Label	Parque 3			Representatividade	100%
Somar			subtrair				
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
O.S.C. 2.1	Ilum. Exterior P3	IPD_P4_ID83	83				

Tabela 109 - Árvore de contadores 1: Iluminação exterior de cais

ID		Label	iluminação exterior cais		Representatividade	100%	
Somar			subtrair				
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
O.G.S.C.2	diferencial s/ref. 4	IE ID103	103				

Tabela 110 - Árvore de contadores 1: Transporte mecânico

ID		Label		TM		Representatividade	100%
Somar				subtrair			
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
-	-	Tapete rolante					
-	-	Escada rolante					
-	-	Monta-cargas					
-	-	Elevador					

Tabela 111 - Árvore de contadores 1: Tapete rolante

ID		Label		Tapete Rolante		Representatividade	100%
Somar				subtrair			
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
Q.G.P.E. 0	Tapete 1+2	TM_T_1_2_ID051	51				
Q.G.P.E. 1	Tapete 3+4	TM_T_3_4_ID052	52				
Q.G.P.E. 2	Tapete 5+6+7	TM_T_5_6_7_ID055	55				

Tabela 112 - Árvore de contadores 1: Escada rolante

ID		Label		Escada rolante		Representatividade	100%
Somar				subtrair			
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
Q.G.P.E. 1	Escada rolante	TM_ESC_ID053	53				

Tabela 113 - Árvore de contadores 1: Monta-cargas

ID		Label	Monta-cargas			Representatividade	100%
Somar			subtrair				
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
O.G.B.T.	O.M.C.1/O.M.C.2	TM MC ID055	55				

Tabela 114 - Árvore de contadores 1: Elevador

ID		Label		Elevador	Representatividade	100%	
Somar				subtrair			
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
O.G.B.T.	O.EL.P.1/O.EL.P.2	TM ELE ID056	56				

Tabela 115 - Árvore de contadores 1: Ventilação de parque cobertos

ID		Label		VPC	Representatividade	100%	
Somar				subtrair			
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
-	-	Parque 1					
-	-	Parque 2					

Tabela 116 - Árvore de contadores 1: Ventilação de parque cobertos, parque 1

ID		Label		Parque 1		Representatividade	100%
Somar				subtrair			
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
Q.G.B.T.	Q.E.D.0	Q.E.D.0_ID090	90	Q.E.V. 01	diferencial s/ref. 24	PLC_ID091	91
				Q.E.V. 01	diferencial s/ref. 16	COMANDO_ID092	92
				Q.E.V. 02	diferencial s/ref. 17	COMANDO_ID093	93
				Q.E.V. 02	diferencial s/ref. 20	PLC_ID094	94

Tabela 117 - Árvore de contadores 1: Ventilação de parque cobertos, parque 2

ID		Label		Parque 2		Representatividade	100%
Somar				subtrair			
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
Q.G.B.T.	Q.E.D.1	Q.E.D.1_ID095	95	Q.E.V. 1.1	diferencial s/ref. 15	COMANDO_ID096	96
				Q.E.V. 1.1	diferencial s/ref. 25	PLC_ID097	97
				Q.E.V. 1.2	diferencial s/ref. 17	COMANDO_ID098	98
				Q.E.V. 1.2	diferencial s/ref. 30	PLC_ID099	99

Tabela 118 - Árvore de contadores 1: AVAC

ID		Label	AVAC	Representatividade	100%
Somar			subtrair		
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor
-	-	Unidades de produção e distribuição de água			
-	-	Unidade de produção e distribuição de ar			

Tabela 119 - Árvore de contadores 1: Unidade de produção e distribuição de água

ID		Label	Unidades de produção e distribuição de água	Representatividade	100%
Somar			subtrair		
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor
-	-	Chillers			
-	-	Torres de arrefecimento			
-	-	Bombas de arrefecimento			
-	-	Bombas de aquecimento			

Tabela 120 - - Árvore de contadores 1: *chillers*

ID		Label	Chillers	Representatividade	100%
Somar			subtrair		
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor
QECT 2	Chiller 1	Chiller 1_ID001	1		
QECT 2	Chiller 2	Chiller 2_ID002	2		

Tabela 121 - Árvore de contadores 1: Torres de arrefecimento

ID		Label	Torres de arrefecimento	Representatividade	100%
Somar			subtrair		
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor
Q E CT1	Q1.04.VV	Q1.04.VV_ID003	1		
Q E CT1	Q1.05.VV	Q1.05.VV_ID005	5		
Q E CT1	Q1.10.VV	Q1.10.VV_ID007	7		
Q E CT1	Q1.11.VV	Q1.11.VV_ID009	9		

Tabela 122 - Árvore de contadores 1: Bombas de arrefecimento

ID		Label	Bombas arrefecimento	Representatividade	100%
Somar			subtrair		
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor
-	-	Bombas primárias			
-	-	Bombas secundárias			
-	-	Bombas de condensação			

Tabela 123 - Árvore de contadores 1: Bombas de arrefecimento primárias

ID		Label	Bombas primárias	Representatividade	100%
Somar			subtrair		
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor
QECT 2	BF1	BF1_ID011	11		
QECT 2	BF2	BF2_ID012	12		
QECT 2	BF3	BF3_ID013	13		
QECT 2	BF4	BF4_ID014	14		
QECT 2	BF5	BF5_ID015	15		
QECT 2	BF6	BF6_ID016	16		

Tabela 124 - Árvore de contadores 1: Bombas de arrefecimento secundárias

ID		Label	Bombas secundárias	Representatividade	100%
Somar			subtrair		
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor
QECT 2	BF9	BF9_ID021	21		
QECT 2	BF10	BF10_ID022	22		
QECT 2	BF11	BF11_ID023	23		
QECT 2	BF12	BF12_ID024	24		
QECT 2	BF13	BF13_ID025	25		
QECT 2	BF14	BF14_ID026	26		
QECT 2	BF15	BF15_ID027	27		
QECT 2	BF16	BF16_ID028	28		
QECT 2	BF17	BF17_ID029	29		
QECT 2	BF7	BF7_ID030	30		
QECT 2	BF8	BF8_ID031	31		

Tabela 125- Árvore de contadores 1: Bombas de condensação

ID		Label		Bombas de condensação		Representatividade	100%
Somar				subtrair			
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
Q E CT1	Q1.16	Q1.16_ID040	40				
Q E CT1	Q1.17	Q1.17_ID041	41				
Q E CT1	Q1.18	Q1.18_ID042	42				
Q E CT1	Q1.19	Q1.19_ID043	43				

Tabela 126- Árvore de contadores 1: Bombas de aquecimento

ID		Label		Bombas Aquecimento		Representatividade	100%
Somar				subtrair			
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
-	-	Bombas primárias					
-	-	Bombas secundárias					

Tabela 127- Árvore de contadores 1: Bombas de aquecimento primárias

ID		Label	Bombas primárias				Representatividade	100%
Somar				subtrair				
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID	
QECT 2	BQ3	BQ3_ID017	17					
QECT 2	BQ4	BQ4_ID018	18					
QECT 2	BQ5	BQ5_ID019	19					
QECT 2	BQ6	BQ6_ID020	20					

Tabela 128- Árvore de contadores 1: Bombas de aquecimento secundárias

ID		Label	Bombas secundárias				Representatividade	100%
Somar			subtrair					
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID	
QECT 2	BQ11	BQ11_ID032	32					
QECT 2	BQ12	BQ12_ID033	33					
QECT 2	BQ9	BQ9_ID034	34					
QECT 2	BQ10	BQ10_ID035	35					
QECT 2	BQ7	BQ7_ID036	36					
QECT 2	BQ8	BQ8_ID037	37					
QECT 2	BQ13	BQ13_ID038	38					
QECT 2	BO14	BO14_ID039	39					

Tabela 129- Árvore de contadores 1: Unidade de tratamento e distribuição do ar

ID		Label	Unidade de produção e distribuição de ar				Representatividade	100%
Somar				subtrair				
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID	
Q.E.A.C.E.C.	UTA 4	UTA 4_ID044	44					
Q.AVAC.C.C.	UTA1	UTA1_ID045	45					
Q.AVAC.C.C.	VR1	VR1_ID046	46					
Q.AVAC.C.C.	UTA2	UTA2_ID047	47					
Q.AVAC.C.C.	VR 2	VR 2_ID048	48					
Q.AVAC.C.C.	UTA 3	UTA 3_ID049	49					
O. Ventilação Zona Fumadores	UTAN	UTAN_ID050	50					

Tabela 130- Árvore de contadores 1: Bombagem (furo)

ID		Label	Bombagem (furo)			Representatividade	100%
Somar			subtrair				
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
O.G.B.T.	O. Poco Furos	O. Poco Furos_ID060	60				

Tabela 131- Árvore de contadores 1: Bombagem (água das torres de arrefecimento)

ID		Label	Bombagem (águas torres de arrefecimento)		Representatividade	100%	
Somar			subtrair				
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
O.G.B.T.	O.B.A.	O.B.A. ID057	57				

Tabela 132- Árvore de contadores 1: Bombagem (água de rega e sanitários)

ID		Label		Bombagem (água rega e sanitários)		Representatividade	100%
Somar				subtrair			
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
Q.G.B.T	Q.C.B.	Q.C.B._ID058	58				

Tabela 133- Árvore de contadores 1: Bombagem (hidropressoras)

ID		Label	Bombagem (hidropressoras)			Representatividade	100%
Somar			subtrair				
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
O.G.B.T.	O. Hidropressores SISTAVAC	O. Hidropressores SISTAVAC ID059	59				

- Árvore de contadores para a alternativa dois

A árvore de contadores da alternativa dois será diferente da alternativa um para os indicadores: Iluminação de *mall*, iluminação de parques cobertos, ventilação de parques cobertos e bombas de arrefecimento secundárias, que serão representadas de seguida.

Tabela 134- Árvore de contadores 2: Iluminação de *mall*, piso 1

ID		Label		Piso 1		Representatividade	94%
Somar				subtrair			
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
Q.G.B.T.	Q.G.S.C.2	Q.G.S.C.2_ID61	61	Q.G.S.C.2	Q.S.C. 2.1	Q.S.C. 2.1_ID062	62
	-			Q.G.S.C.2	Q.S.C. 2.2	Q.S.C. 2.2_ID063	63
				Q.G.S.C.2	Diferencial s/ref. 25	SM_ID069	69
				Q.G.S.C.2	D.T.M. 2.1	TM_ID054	54

Tabela 135 - Árvore de contadores 2: Iluminação de *mall*, piso 2

ID		Label		Piso 2		Representatividade	89%
Somar				subtrair			
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
Q.G.B.T.	Q.G.S.C.3	Q.G.S.C.3_ID70	70	Q.G.S.C.3	Q.S.C. 3.1	Q.S.C. 3.1_ID071	71
Q.S.C. 3.3	Q.ILUM.S.C.4	Q.ILUM.S.C.4_ID074	74	Q.G.S.C.3	Q.S.C. 3.2	Q.S.C. 3.2_ID072	72
				Q.G.S.C.3	Q.S.C. 3.3	Q.S.C. 3.3_ID073	73
				Q.G.S.C.3	Q.S.SEG.C.C.	Q.S.SEG.C.C._ID075	75
				Q.G.S.C.3	Q.A.AD.	Q.A.AD._ID076	76
				Q.G.S.C.3	Diferencial s/ref. 14	IE_C2_ID081	81
				Q.G.S.C.3	Diferencial s/ref. 17	IE_C2_ID082	82

Tabela 136 - Árvore de contadores 2: Iluminação de parques cobertos, parque 1

ID		Label	Parque 1		Representatividade	100%	
Somar			subtrair				
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
Q.G.B.T.	Q.G.P.E.0	Q.G.P.E.0 ID084	84	Q.G.P.E. 0	Tapete 1+2	TM T 1 2 ID051	51

Tabela 137 - Árvore de contadores 2: Iluminação de parques cobertos, parque 2

ID		Label		Parque 2		Representatividade	100%
Somar				subtrair			
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
Q.G.B.T.	Q.G.P.E.1	Q.G.P.E.1_ID104	104	Q.G.P.E. 1	Tapete 3+4	TM_T_3_4_ID052	52
				Q.G.P.E. 1	Escada rolante	TM_ESC_ID053	53

Tabela 138 - Árvore de contadores 2: Ventilação de parques cobertos, parque 1

ID		Label		Parque 1	Representatividade	100%	
Somar				subtrair			
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
O.G.B.T.	O.E.D.0	O.E.D.0 ID090	90				

Tabela 139 - Árvore de contadores 2: Ventilação de parques cobertos, parque 2

ID		Label	Parque 2			Representatividade	100%
Somar			subtrair				
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
Q.G.B.T.	O.E.D.1	O.E.D.1 ID095	95				

Tabela 140 - Árvore de contadores 2: Bombas de arrefecimento secundárias

ID		Label		Bombas secundárias		Representatividade	100%
Somar				subtrair			
Quadro	Disjuntor	Label	ID	Quadro	Disjuntor	Label	ID
QECT 2	BF1	BF1_ID011	11	QECT 2	BF1	BF1_ID011	11
				QECT 2	BF2	BF2_ID012	12
				QECT 2	BF3	BF3_ID013	13
				QECT 2	BF4	BF4_ID014	14
				QECT 2	BF5	BF5_ID015	15
				QECT 2	BF6	BF6_ID016	16
				QECT 2	BQ3	BQ3_ID017	17
				QECT 2	BQ4	BQ4_ID018	18
				QECT 2	BQ5	BQ5_ID019	19
				QECT 2	BQ6	BQ6_ID020	20
				QECT 2	BQ11	BQ11_ID032	32
				QECT 2	BQ12	BQ12_ID033	33
				QECT 2	BQ9	BQ9_ID034	34
				QECT 2	BQ10	BQ10_ID035	35
				QECT 2	BQ7	BQ7_ID036	36
				QECT 2	BQ8	BQ8_ID037	37
				QECT 2	BQ13	BQ13_ID038	38
				QECT 2	BQ14	BQ14_ID039	39

Anexo E: Tarefas a executar para cada contador da estratégia

Tabela 141 - Chave das Tabelas

Intervenção	Descrição
A	Instalação de contadores de energia novos e respetivos TT's
B	Verificação da correta instalação e funcionamento dos contadores de energia existentes
C	Interligação à rede, etiquetagem e comissionamento

A intervenção B é um dos requisitos exigidos no comissionamento, estando abrangida na intervenção C. No entanto preferiu-se elaborar esta desagregação para ser mais fácil compreender quais os contadores novos e quais os existentes.

Tabela 142 - Lista de tarefas a executar no contador para a alternativa 1

ID	Quadro		Disjuntor	Intervenção		
	Designação	Local		A	B	C+D
1	QECT 2	P1/G26	Chiller 1	X		X
2	QECT 2	P1/G26	Chiller 2	X		X
3	Q E CT1	P2/F27	Q1.04.VV		X	X
5	Q E CT1	P2/F27	Q1.05.VV		X	X
7	Q E CT1	P2/F27	Q1.10.VV		X	X
9	Q E CT1	P2/F27	Q1.11.VV		X	X
11	QECT 2	P1/G26	BF1		X	X
12	QECT 2	P1/G26	BF2		X	X
13	QECT 2	P1/G26	BF3		X	X
14	QECT 2	P1/G26	BF4		X	X
15	QECT 2	P1/G26	BF5		X	X
16	QECT 2	P1/G26	BF6		X	X
17	QECT 2	P1/G26	BQ3		X	X
18	QECT 2	P1/G26	BQ4		X	X
19	QECT 2	P1/G26	BQ5		X	X
20	QECT 2	P1/G26	BQ6		X	X
21	QECT 2	P1/G26	BF9		X	X
22	QECT 2	P1/G26	BF10		X	X
23	QECT 2	P1/G26	BF11		X	X
24	QECT 2	P1/G26	BF12		X	X
25	QECT 2	P1/G26	BF13		X	X
26	QECT 2	P1/G26	BF14		X	X
27	QECT 2	P1/G26	BF15		X	X
28	QECT 2	P1/G26	BF16		X	X
29	QECT 2	P1/G26	BF17		X	X
30	QECT 2	P1/G26	BF7		X	X
31	QECT 2	P1/G26	BF8		X	X
32	QECT 2	P1/G26	BQ11		X	X
33	QECT 2	P1/G26	BQ12		X	X
34	QECT 2	P1/G26	BQ9		X	X
35	QECT 2	P1/G26	BQ10		X	X
36	QECT 2	P1/G26	BQ7		X	X
37	QECT 2	P1/G26	BQ8		X	X
38	QECT 2	P1/G26	BQ13		X	X
39	QECT 2	P1/G26	BQ14		X	X
40	Q E CT1	P2/F27	Q1.16		X	X
41	Q E CT1	P2/F27	Q1.17		X	X

42	Q.E.C.T1	P2/F27	Q1.18		X	X
43	Q.E.C.T1	P2/F27	Q1.19		X	X
44	Q.E.A.C.E.C.	P2/S2	UTA_4		X	X
45	Q.AVAC.C.C.	P2/N22	UTA_1		X	X
46	Q.AVAC.C.C.	P2/N22	VR_1		X	X
47	Q.AVAC.C.C.	P2/N22	UTA_2		X	X
48	Q.AVAC.C.C.	P2/N22	VR_2		X	X
49	Q.AVAC.C.C.	P2/N22	UTA_3		X	X
50	Q. Ventilação Zona Fumadores	P2/N22	UTAN		X	X
51	Q.G.P.E. 0	Parque 1/C26	Tapete 1+2	X		X
52	Q.G.P.E. 1	Parque 2/C26	Tapete 3+4	X		X
53	Q.G.P.E. 1	Parque 2/C26	Escada rolante	X		X
54	Q.G.S.C. 2	P1/P29	Tapete 5+6+7	X		X
55	Q.G.B.T.	P1/G25	Q.M.C.1/Q.M.C.2	X		X
56	Q.G.B.T.	P1/G25	Q.EL.P.1/Q.EL.P.2	X		X
57	Q.G.B.T.	P1/G25	Q.B.A.	X		X
58	Q.G.B.T.	P1/G25	Q.C.B.	X		X
59	Q.G.B.T.	P1/G25	Q. Hidropressores SISTAVAC	X		X
60	Q.G.B.T.	P1/G25	Q. Poço Furos	X		X
61	Q.G.B.T.	P1/G29	Q.G.S.C.2	X		X
62	Q.G.S.C.2	P1/P29	Q.S.C. 2.1	X		X
63	Q.G.S.C.2	P1/P29	Q.S.C. 2.2	X		X
64	Q.G.S.C.2	P1/P29	Diferencial s/ref. 3		X	X
65	Q.G.S.C.2	P1/P29	Diferencial s/ref. 5		X	X
66	Q.G.S.C.2	P1/P29	Diferencial s/ref. 6		X	X
67	Q.G.S.C.2	P1/P29	Diferencial s/ref. 10		X	X
68	Q.G.S.C.2	P1/P29	Diferencial s/ref. 11		X	X
70	Q.G.B.T.	P1/G25	Q.G.S.C.3	X		X
71	Q.G.S.C.3	P2/N29	Q.S.C. 3.1	X		X
72	Q.G.S.C.3	P2/N29	Q.S.C. 3.2	X		X
73	Q.G.S.C.3	P2/N29	Q.S.C. 3.3	X		X
74	Q.S.C. 3.3	P2/N29	Q.ILUM.S.C.4		X	X
75	Q.G.S.C.3	P2/N29	Q.S.SEG.C.C.	X		X
76	Q.G.S.C.3	P2/N29	Q.A.AD.	X		X
77	Q.G.S.C.3	P2/N29	Diferencial s/ref. 1		X	X
78	Q.G.S.C.3	P2/N29	Diferencial s/ref. 2		X	X
79	Q.G.S.C.3	P2/N29	Diferencial s/ref. 5		X	X
80	Q.G.S.C.3	P2/N29	Diferencial s/ref. 6		X	X
82	Q.G.S.C.3	P2/N29	Diferencial s/ref. 17	X		X
81	Q.G.S.C. 3	P2/N29	Ilum. Exterior P4	X		X
83	Q.S.C. 2.1	P1/T22	Ilum. Exterior P3	X		X
84	Q.G.B.T.	P1/G25	Q.G.P.E.0	X		X
85	Q.G.P.E. 0	Parque 1/C26	diferencial s/ref. 2		X	X
86	Q.G.P.E. 0	Parque 1/C26	diferencial s/ref. 7		X	X
87	Q.G.P.E. 0	Parque 1/C26	Q.B.D.		X	X
88	Q.G.P.E. 0	Parque 1/C26	diferencial s/ref. 1		X	X
89	Q.G.P.E. 0	Parque 1/C26	diferencial s/ref. 4		X	X
104	Q.G.B.T.	P1/G25	Q.G.P.E.1	X		X
105	Q.G.P.E. 1	Parque 2/C26	diferencial s/ref.1		X	X
106	Q.P.P.E. 1	Parque 2/C26	diferencial s/ref.4		X	X
107	Q.P.P.E. 1	Parque 2/C26	diferencial s/ref.9		X	X
52	Q.G.P.E. 1	Parque 2/C26	Tapete 3+4	X		X
53	Q.G.P.E. 1	Parque 2/C26	Escada rolante	X		X
90	Q.G.B.T.	P1/G25	Q.E.D.0	X		X
91	Q.E.V. 01	Parque 1/C5	diferencial s/ref. 24		X	X
92	Q.E.V. 01	Parque 1/C5	diferencial s/ref. 16		X	X
93	Q.E.V. 02	Parque 1/C26	diferencial s/ref. 17		X	X
94	Q.E.V. 02	Parque 1/C26	diferencial s/ref. 20		X	X
95	Q.G.B.T.	P1/G25	Q.E.D.1	X		X
96	Q.E.V. 1.1	Parque 2/C5	diferencial s/ref. 15		X	X
97	Q.E.V. 1.1	Parque 2/C5	diferencial s/ref. 25		X	X
98	Q.E.V. 1.2	Parque 2/C26	diferencial s/ref. 17		X	X
99	Q.E.V. 1.2	Parque 2/C26	diferencial s/ref. 30		X	X
69	Q.G.S.C.2	P1/P29	diferencial s/ref. 25	X		X
100	Q.S.C. 2.2	P1/T3	diferencial s/ref. 5	X		X
101	Q.S.C. 2.2.1	PInt/T4	diferencial s/ref. 5	X		X
102	Q.S.C. 2.2.1	PInt/T4	diferencial s/ref. 4	X		X
103	Q.G.S.C.2	P1/P29	diferencial s/ref. 4		X	X

Tabela 143 - Lista de tarefas a executar no contador para a alternativa 2

ID	Quadro		Disjuntor	Intervenção		
	Designação	Local		A	B	C+D
1	QECT 2	P1/G26	Chiller 1	X		X
2	QECT 2	P1/G26	Chiller 2	X		X
3	Q E CT1	P2/F27	Q1.04.VV		X	X
5	Q E CT1	P2/F27	Q1.05.VV		X	X
7	Q E CT1	P2/F27	Q1.10.VV		X	X
9	Q E CT1	P2/F27	Q1.11.VV		X	X
10	Q.G.B.T.	P1/G25	Q.AVAC	X		X
11	QECT 2	P1/G26	BF1		X	X
12	QECT 2	P1/G26	BF2		X	X
13	QECT 2	P1/G26	BF3		X	X
14	QECT 2	P1/G26	BF4		X	X
15	QECT 2	P1/G26	BF5		X	X
16	QECT 2	P1/G26	BF6		X	X
17	QECT 2	P1/G26	BQ3		X	X
18	QECT 2	P1/G26	BQ4		X	X
19	QECT 2	P1/G26	BQ5		X	X
20	QECT 2	P1/G26	BQ6		X	X
32	QECT 2	P1/G26	BQ11		X	X
33	QECT 2	P1/G26	BQ12		X	X
34	QECT 2	P1/G26	BQ9		X	X
35	QECT 2	P1/G26	BQ10		X	X
36	QECT 2	P1/G26	BQ7		X	X
37	QECT 2	P1/G26	BQ8		X	X
38	QECT 2	P1/G26	BQ13		X	X
39	QECT 2	P1/G26	BQ14		X	X
40	Q E CT1	P2/F27	Q1.16		X	X
41	Q E CT1	P2/F27	Q1.17		X	X
42	Q E CT1	P2/F27	Q1.18		X	X
43	Q E CT1	P2/F27	Q1.19		X	X
44	Q.E.A.C.E.C.	P2/S2	UTA_4		X	X
45	Q.AVAC.C.C.	P2/N22	UTA_1		X	X
46	Q.AVAC.C.C.	P2/N22	VR_1		X	X
47	Q.AVAC.C.C.	P2/N22	UTA_2		X	X
48	Q.AVAC.C.C.	P2/N22	VR_2		X	X
49	Q.AVAC.C.C.	P2/N22	UTA_3		X	X
50	Q. Ventilação Zona Fumadores	P2/N22	UTAN		X	X
51	Q.G.P.E. 0	Parque 1/C26	Tapete 1+2	X		X
52	Q.G.P.E. 1	Parque 2/C26	Tapete 3+4	X		X
53	Q.G.P.E. 1	Parque 2/C26	Escada rolante	X		X
54	Q.G.S.C. 2	P1/P29	Tapete 5+6+7	X		X
55	Q.G.B.T.	P1/G25	Q.M.C.1/Q.M.C.2	X		X
56	Q.G.B.T.	P1/G25	Q.ELP.1/Q.ELP.2	X		X
57	Q.G.B.T.	P1/G25	Q.B.A.	X		X
58	Q.G.B.T.	P1/G25	Q.C.B.	X		X
59	Q.G.B.T.	P1/G25	Q. Hidropressores SISTAVAC	X		X
60	Q.G.B.T.	P1/G25	Q. Poço Furos	X		X
61	Q.G.B.T.	P1/G29	Q.G.S.C.2	X		X
62	Q.G.S.C.2	P1/P29	Q.S.C. 2.1	X		X
63	Q.G.S.C.2	P1/P29	Q.S.C. 2.2	X		X
70	Q.G.B.T.	P1/G25	Q.G.S.C.3	X		X
71	Q.G.S.C.3	P2/N29	Q.S.C. 3.1	X		X
72	Q.G.S.C.3	P2/N29	Q.S.C. 3.2	X		X
73	Q.G.S.C.3	P2/N29	Q.S.C. 3.3	X		X
74	Q.S.C. 3.3	P2/N29	Q.ILUM.S.C.4		X	X
75	Q.G.S.C.3	P2/N29	Q.S.SEG.C.C.	X		X
76	Q.G.S.C.3	P2/N29	Q.A.AD.	X		X

76	Q.G.S.C.3	P2/N29	Q.A.AD.	X		X
80	Q.G.S.C.3	P2/N29	Diferencial s/ref. 6	X		X
82	Q.G.S.C.3	P2/N29	Diferencial s/ref. 17	X		X
81	Q.G.S.C. 3	P2/N29	Ilum. Exterior P4	X		X
83	Q.S.C. 2.1	P1/T22	Ilum. Exterior P3	X		X
84	Q.G.B.T.	P1/G25	Q.G.P.E.0	X		X
104	Q.G.B.T.	P1/G25	Q.G.P.E.1	X		X
52	Q.G.P.E. 1	Parque 2/C26	Tapete 3+4	X		X
53	Q.G.P.E. 1	Parque 2/C26	Escada rolante	X		X
90	Q.G.B.T.	P1/G25	Q.E.D.0	X		X
95	Q.G.B.T.	P1/G25	Q.E.D.1	X		X
69	Q.G.S.C.2	P1/P29	diferencial s/ref. 25	X		X
100	Q.S.C. 2.2	P1/T3	diferencial s/ref. 5	X		X
101	Q.S.C. 2.2.1	PInt/T4	diferencial s/ref. 5	X		X
102	Q.S.C. 2.2.1	PInt/T4	diferencial s/ref. 4	X		X
103	Q.G.S.C.2	P1/P29	diferencial s/ref. 4		X	X